Einfache und stereoskopische Bildmessung im reinen Felsgebiete.

Von der

Kgl. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde eines

DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
(Doktor-Ingenieurs)

genehmigte Dissertation.

ACAD.
LUGD.BAT
BIBL.

Vorgelegt von

Franz Scheck

aus Nürnberg.

Referent:
Geh. Hofrat Prof. Dr. S. Finsterwalder.

Korreferent:
Prof. Dr. Schmidt.

Tag der mündlichen Prüfung: 18. März 1912.

Erlangen.
K. B. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Junge & Sohn.
1912.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546317_0106

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

I. Geodätischer Teil 3

a) Signalisierung 6

b) Instrumente 7

c) Winkelmessungen 9

d) Prüfung des Maßstabes 12

e) Höhenmessungen 15

f) Photographische Arbeiten 16

II. Einfache Bildmessungen 17

III. Stereoskopische Bildmessungen 26

a) Feldarbeiten 28

b) Ausarbeitung 34

IV. Kartographischer Teil 50

a) Wahl des Maßstabes 53

b) Genauigkeit 55

Zusammenstellung der Koordinaten und Höhen der trig. Punkte . 62

Anhang 64

Einleitung.

Als Verfasser mit photogrammetrischen Arbeiten begann, war ihm die Wahl der Bearbeitung eines Gletscher- oder Felsgebietes freigestellt worden. Während wir aber bereits eine Reihe von Gletscheraufnahmen besitzen, welche an Präzision und Feinheit der Ausführung als Muster moderner Aufnahmen dienen, bilden Aufnahmen größeren Maßstabes in Felsgebieten eine Ausnahme. Daß die so reich gegliederten Wände unserer nördlichen Kalkalpen noch nicht zum Gegenstand eingehenderer Darstellung geworden sind, daran mag wohl die Schwierigkeit Schuld tragen, die sich ergibt, wenn man die erhaltenen Meßresultate für die Allgemeinheit verständlich machen und durch entsprechende Darstellung als Karte wiedergeben will. Und doch besitzen wir trotz des geringen Anteiles, welchen Bayern an der kahlen Felsregion der nördlichen Kalkalpen hat, das mustergiltige Blatt Zugspitze in 1 : 10000, bearbeitet unter Zuhilfenahme der Bildmessung im Topographischen Bureau des Kgl. Bayerischen Generalstabs. Mußte nicht der Gedanke, ein Felsgebirge darzustellen, das an Schroffheit des Aufbaues und Kühnheit der Formen seinesgleichen in den Alpen sucht, ebenso reizen, wie einen Gletscher zu vermessen, der feine Triebkräfte der Natur nur dem kundigen Auge offenbart? Zweifellos wird der Gletscher als einflußreicher Faktor bei der Gestaltung und dauernden Veränderung unserer Erdoberfläche der Wissenschaft stets neue Anreize zu Untersuchungen geben, die Kartographie aber als Grundlage aller modernen geographischen Forschung muß ihr Augenmerk auch auf die übrigen Formen lenken.

Die Gewinnung praktischer Resultate in der Felsregion ist auch für Ingenieurzwecke nicht zu unterschätzen. Ist doch gerade die Stereophotogrammetrie berufen, die schwierigen und zeitraubenden Tachymeteraufnahmen für Ingenieurbauten aller Art in gebirgigen Gegenden nicht bloß zu ersetzen, sondern auch die Leistungen zu steigern und damit die Kosten wesentlich herabzumindern. Tragen die vorliegenden Aufnahmen auch mehr topographischen Charakter, so kann doch bei entsprechender Herabsetzung der Entfernungen sehr wohl auf die entsprechenden Verhältnisse bei Ingenieuraufnahmen geschlossen werden. So entschied ich mich für die Felsregion. Nach dem Vorschlage des Herrn Geh. Hofrats Professor Dr. Finsterwalder, dem ich auch an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank für seine Förderung der Arbeit aussprechen möchte, wurde die Bearbeitung des Kaisergebirges in Angriff genommen. Am Nordrande der Alpen, noch zwischen Vorbergen gelegen, entragt dieses Kettengebirge, bis über 2300 m ansteigend, den grünen Hängen der Umgebung als ein abgeschlossenes Ganzes. Dieser Lage verdankt es nicht nur den Besuch zahlreicher Männer der Wissenschaft, sondern auch seit dem Aufblühen des Alpinismus, den Zuzug einer erstaunlichen Zahl von Bergwanderern.

Den gesteigerten Ansprüchen der Wissenschaft und Touristik konnten die vorhandenen Karten nicht mehr genügen und besonders machte sich dieser Mangel geltend bei der geologischen Aufnahme des Gebietes durch Dr. K. Leuchs. Die inzwischen erschienenen neueren Karten bieten wohl für den Wanderer eine gute Übersicht und sind zum Teil in ihrer äußeren Form bestechend ausgeführt, den Widerspruch zwischen Form und Inhalt beseitigen sie aber durchaus nicht. So schien eine eingehendere Aufnahme auch in dieser Hinsicht keine verlorene Mühe. Für den Verfasser kam als Erleichterung seine Kenntnis gerade dieses Gebirges hinzu und die Hilfe einer Reihe von berggewandten und fachmännisch gebildeten Kräften. Es drängt mich, jenen Mitgliedern des Akademischen Alpenvereins München meinen herzlichsten Dank auszusprechen, welche durch ihr selbstloses Mitwirken an den Aufnahmearbeiten es ermöglichten, das Werk ohne irgendwelche Inanspruchnahme fremder Mittel zu Ende zu führen. Es sind dies die Herren: Dr. H. Burmester, Dr. W. Deimler, Dr. L. Distel, cand. rer. nat. O. Friedrich,

cand. ing. K. Gürtler und cand. ing. E. Wagner. Desgleichen bin ich zu Danke verpflichtet Herrn Schulleiter L. Mex in Ellmau, der in außerordentlich entgegenkommender Weise in den Monaten Juni, Juli, September und Oktober 1908 täglich dreimal korrespondierende Barometerablesungen mit den Aneroidmessungen des Verfassers ausführte, sowie dem Deutschen und Österreichischen Alpenverein, welcher auch für diese Karte die Mittel zur Drucklegung gewährte.

Für den kartographischen Teil stellte Herr Helmerichs, Lehrer für Plan- und Kartenzeichnen an der Technischen Hochschule in München, seine Erfahrungen und seinen Rat in entgegenkommenster Weise zur Verfügung, wofür ihm auch hier der aufrichtigste Dank ausgesprochen sei. Zu besonderem Danke fühle ich mich Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Ritter v. Dyck verpflichtet, welcher nicht nur in liebenswürdigster Weise die Einrichtungen und wertvollen Instrumente des Mathematischen Instituts der K. Techn. Hochschule zur Verfügung stellte, sondern auch die Arbeiten durch Überlassung eines Arbeitsplatzes in den Räumen des Instituts erleichterte und insbesondere durch die Übernahme der nicht unerheblichen Transportkosten für den großen Feldphototheodoliten zu zweimaliger Benützung den Arbeiten seine ganz spezielle Förderung zuteil werden ließ.

I. Geodätischer Teil.

Für eine exakte Aufnahme mit Hilfe der Bildmessung konnte natürlich die Entnahme der Koordinaten der Standpunkte aus den Originalaufnahmen der Österreichisch-Ungarischen Monarchie nicht genügen. Vielmehr mußte vor Beginn der photographischen Arbeiten ein grundlegendes Netz über das Gebiet gespannt werden und auch die Höhenlage der Netzpunkte gesichert sein. Zwei Möglichkeiten zur Gewinnung eines ausreichend genauen Netzes waren vorhanden: einmal die Messung einer Basis und die daraus folgende Entwicklung des Netzes oder die direkte Anbindung an Punkte einer Landesvermessung.

Für die erste Methode ist im Sattel von Ellmau ein geeigneter Platz vorhanden. Die Messung einer Basis von $1^1/_2$ km Länge würde hier keine Schwierigkeiten bereiten und auch der Entwicklung auf die beiden Endpunkte des Hauptkammes des

Gebirges Scheffauer und Ackerlspitze ständen keine Hindernisse entgegen. Gewählt wurde der zweite Weg: Anknüpfung an Punkte einer Landesvermessung. Ermöglicht wurde die Ausführung nur durch den günstigen Umstand, daß von einer Nachmessung des Hauptdreieckes Wendelstein (W), Rettenstein (R) und Hochgern (Hg) her die Signale auf den beiden Punkten Rettenstein und Hochgern noch unversehrt standen, während der Punkt Wendelstein durch ein eisernes Kreuz dauernd signalisiert ist[1]). So ist die Triangulation in günstiger Weise gleich an die Netze zweier Staaten angeschlossen.

Die Festlegung der absoluten Höhe der Triangulierungspunkte gestaltete sich leider weniger günstig. Auf der Westseite des Gebietes wäre der Punkt Kufstein des Präzisionsnivellements und der Punkt Kiefersfelden des Eisenbahnnivellements vom Punkt Naunspitze aus direkt zu erreichen gewesen. Die ungünstige Lage des Punktes (Naunspitze im neuen Netze, sowie die großen Höhenwinkel Naunspitze-Kiefersfelden ca. 17°, Naunspitze-Kufstein ca. 11° ließen mich hievon Abstand nehmen. Die Erreichung des Präzisionsnivellements im Osten des Gebietes an der Bahnlinie St. Johann-Wörgl der Giselabahn hätte eine Ausdehnung des Netzes in Gebiete zur Folge haben müssen, welche zu den Zwecken der Aufnahme nicht mehr benötigt wurden. Da die Erreichung zweier Punkte des Präzisionsnivellements mit einer geschlossenen Höhenmessung über das Gebirge hinweg nicht zu erreichen war, nahm ich von einem Anschluß überhaupt Abstand und wählte als den Ausgangspunkt meiner Höhenmessungen den Fußpunkt des Gipfelkreuzes der Ellmauer Halt zu 2344,0 m, eine Zahl, welche sich auf Grund der Messungen zwischen Ellmauer Halt (EH), Treffauer (Tr) und Pyramidenspitze (P) unter Annahme der Koten der österreichischen Originalaufnahme für die beiden letzteren Gipfel ergab. Bei der Beschaffenheit des bearbeiteten Gebietes ist es wohl ziemlich gleichgiltig, ob alle Höhen gleichmäßig um eine Konstante zu hoch oder zu niedrig angegeben sind.

Waren nunmehr die Richtlinien für die Anlage des Netzes

[1]) Vgl.: M. Schmidt. Die südbayerische Dreieckskette. Sitzungsber. der math. phys. Kl. d. K. Bayr. Akad. d. Wiss. Bd. XXXVI, 1906, Heft I sowie: Koordinatenberechnung und Netzanschlüsse der südbayerischen Dreieckskette ebend. Jahrg. 1910. 11. Abhdlg.

gegeben, so konnte jetzt an die Auswahl der Punkte selbst gegangen werden. Diese gestaltete sich sehr günstig. Durch vorhandene Photographien konnte festgestellt werden, daß die Sicht zwischen den Endpunkten des Hauptkammes, dem Scheffauer (S) im Westen und der höchsten Erhebung der Ackerlspitze (A) im Osten trotz der zwischengelagerten Felsgipfel unbehindert war. Von beiden Punkten sind alle drei Hauptdreieckspunkte Wendelstein, Rettenstein und Hochgern (W, R, Hg) sichtbar. Für den Zahmen Kaiser kam als wichtigster Stützpunkt die Pyramidenspitze (P) in Betracht. Freie Sicht nach allen Gipfeln des Wilden Kaisers war hier vereint mit der Möglichkeit, den Punkt bei einer späteren Ausdehnung des Netzes nach Norden von allen Talstationen aus einbeziehen zu können. Dagegen gestattete der Punkt nur die Sichten nach den zwei Hauptdreieckspunkten Wendelstein (W) und Hochgern (Hg). Die drei Punkte Ackerlspitze (A), Scheffauer (S) und Pyramidenspitze (P) bilden die Ecken eines nahezu gleichseitigen Dreieckes, dessen drei Ecken je einer Seite des Hauptdreieckes zugekehrt sind[1]). Eine weitere Möglichkeit, an Hauptdreieckspunkte anzuknüpfen und zugleich günstige Standpunkte in der Mittelregion zu gewinnen, boten die Punkte Stripsenkopf (Str) Sicht nach W und Hg, Feldberg (F), Sicht nach Hg und Brandkogel (B), Sicht nach W. Zur Verbindung der beiden Punkte Feldberg und Stripsenkopf mit der Pyramidenspitze mußte noch der Zwischenpunkt Hintere Kesselschneid (H. Ks) eingeschaltet werden. Die erstgenannten 6 Punkte bilden das Hauptnetz, das zur Festlegung des Maßstabes, wie auch zur Einpassung der Arbeit in die Landesaufnahmen diente. Alle weiteren Punkte stützen sich auf dieses Netz.

Bei der Auswahl dieser Punkte wurde nicht allein deren Brauchbarkeit für die photographischen Aufnahmen in Betracht gezogen, es mußte auch Rücksicht auf spezielle Verhältnisse im Kaisergebirge genommen werden. So sind eine Reihe von Punkten trigonometrisch berechnet, die sehr wohl aus Photographien zu bestimmen gewesen wären, darunter fast alle Hauptgipfel des Wilden Kaisers. Nur eine kleine Anzahl dieser Gipfel diente zu photographischen Standpunkten. Ein Mangel machte sich später bemerkbar, indem nicht genügend

[1]) Vgl. Figur VI, Tafel 7a.

dem Gebirge vorgelagerte Punkte in dieses engere Netz einbezogen waren. Bei der erst später geplanten und auch durchgeführten Vermessung des Zahmen Kaisers mußten daher Nachmessungen auf der Pyramidenspitze vorgenommen werden. Nach der Aufstellung des Triangulierungsplanes konnte die Feldarbeit mit der

a) Signalisierung

beginnen. Die Signalisierung der in der Mehrzahl schwierig zu besteigenden Felsgipfel des Kaisergebirges mußte mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden, sollte einesteils eine wiederholte Besteigung zur Wiederherstellung etwa zu Verlust gegangener Signale vermieden werden, andererseits die gute Sichtbarkeit und Haltbarkeit der errichteten Signale für mindestens zwei Jahre gewährleistet sein. Für alle bedeutenderen Punkte wurden 1,5—1,7 m lange, 6—8 cm starke Stangen mit gekreuzten und gekalkten Brettern versehen und in 0,8—1 m hohen Steinmännern befestigt. Ein gutes Ausfüllen der Zwischenräume in den Steinmännern mit Kleinmaterial erhöht deren Haltbarkeit ganz wesentlich. Jeder so signalisierte Punkt wurde nach drei in anstehenden Fels gehauenen, durch rote Farbe gekennzeichneten Kreuzen versichert, seltener durch einen rot gestrichenen Stein unter der Stange markiert. Eine Reihe photogrammetrischer Standpunkte mußte von vorneherein als verloren betrachtet werden, da weder Mittel noch Zeit zu ihrer Versicherung vorhanden waren. Als willkommene Signale dienten ferner die etwa 4 m hohen Kreuze auf Ellmauer Halt, Pyramidenspitze und Heuberg, sowie eine Reihe von Blechkästen zur Aufbewahrung von Gipfelbüchern. $30 \times 20 \times 50$ cm groß auf Winkeleisen- oder Rundeisenstäben, 1,2 bis 1,6 m über dem Boden montiert, sind diese Kästen gut sichtbare und scharf einzustellende Messungszeichen. Die Punkte Ackerlspitze (A), Scheffauer (S), Stripsenkopf (Str) und Brandkogel (B) wurden mit 2,5—4 m hohen Stangen mit gekreuzten Brettern bezeichnet, außerdem auf dem Punkte Feldberg (F) eine 3 m hohe Pyramide errichtet. Der Punkt Treffauer trägt zum Andenken an K. Hofmann einen 1,5 m hohen Zinkobelisk. Endlich war eine Reihe der schwierigst zu ersteigenden Felsgipfel mit Steinmännern versehen, welche bereits vorhanden waren oder bei gelegentlichen Ersteigungen durch das Entgegenkommen meiner Freunde

errichtet wurden. Für die tiefer gelegenen photographischen Standpunkte wurden anfangs Stangen mit $^1/_4$ qm großen weiß-roten Fahnen verwendet, später weiß-rote Oktaeder von 0,5 m Seitenlänge. Zwei Querstangen erhalten den Körper in seiner Form, der unten mit Bindfaden an einem Stocke befestigt ist. Bei geringem Gewicht und leichter Aufstellbarkeit eignen sich diese Signale sowohl für die Triangulierung, wie auch für photographische Meßzwecke.

b) Instrumente.

Zur Winkelmessung im Hauptnetze, wie auch im größten Teile des engeren Netzes stand der Theodolit des Alpenvereines (von Ertel & Sohn, München) zur Verfügung. Das Instrument besitzt einen Horizontalkreis von 15 cm und einen Vertikalkreis von 12 cm Durchmesser mit Nonienablesung von 10″ an beiden Kreisen. Die weitere Ausbreitung des engeren Netzes, sowie die gesamte Höhenmessung wurde mit einem Hildebrandschen Reisetheodoliten des Geographischen Institutes der Kgl. Universität München vorgenommen[1]). Eine weitere Reihe trigonometrischer Punkte, sowie die Mehrzahl der photographischen Standpunkte wurde bestimmt mit dem Phototheodoliten des geodätischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule (Bauart Finsterwalder) Horizontalkreis 1′, Vertikalwinkel durch Ablesung einer Skala am verschiebbaren Objektivbrett. Gleichen Zwecken diente auch der Phototheodolit des Alpenvereins. Für die Ausdehnung des Netzes nach Norden kam ein Zeißscher Feldphototheodolit 9×12 mit Glaskreis und Schätzmikroskopen (0,1′ Ablesung) zur Anwendung, ebenso ein neuer kleiner Reisetheodolit derselben Firma, Plattenformat 9×12 mit Strichmikroskopen (0,1′ Ablesung). Für Entfernungsmessungen mit horizontaler Latte kamen die beiden Zeißschen Instrumente in Betracht und zu den tachymetrischen Aufnahmen mit senkrecht gestellter Latte wurde der Hildebrandsche Theodolit benützt. Für photographische Aufnahmen, deren Ergebnisse jedoch auch zu Messungszwecken herangezogen wurden, dienten ferner eine Palmoskamera mit Zeiß-Tessar,

[1]) An dieser Stelle sei den HH. Prof. v. Drygalski, Finsterwalder und Schmidt der verbindlichste Dank ausgesprochen für die entgegenkommende Überlassung der wertvollen Instrumente aus den Sammlungen der ihnen unterstehenden Institute.

Format 9×12, eine kleine Taschenkamera $4^1/_2 \times 6$, ebenfalls Tessar, sowie ein 13×18-Apparat mit Voigtländer Collinear und Teleansatz.

Das Gewicht der Meßbildinstrumente ist bei Aufnahmen im Hochgebirge oder auf Forschungsreisen, wo mit der Schwierigkeit des Transportes und der beschränkten Anzahl der Hilfskräfte, soweit überhaupt solche vorhanden sind, gerechnet werden muß, von ausschlaggebender Bedeutung. Die überaus große Empfindlichkeit und das enorme Gewicht dieser Instrumente tragen zum größten Teil die Schuld daran, daß die Bildmessung nicht als unentbehrliches Rüstzeug eines Forschungsreisenden in Betracht kommt, obwohl gerade hier das ergiebigste Feld für die Bildmessung wäre. Für Ingenieurzwecke muß die Gewichtsfrage der Genauigkeitsfrage ohne Zweifel weichen. Hier besitzen wir bereits in dem Zeißschen Feldphototheodoliten ein Instrument, welches allen Anforderungen genügt. Für Forschungsreisen, ausgenommen größere Expeditionen, wird es seines Gewichtes und der Ausdehnung der nötigen Hilfsmittel halber nicht in Betracht kommen können.

Erst in neuester Zeit baut die gleiche Firma einen speziell für Reisezwecke bestimmten Theodoliten, bei dessen Konstruktion der Gewichtsfrage die ihr gebührende Beachtung zuteil wurde. Das erste derartige Instrument hat bei Gletscheraufnahmen im Kaukasus sehr gute Resultate gezeitigt, wenn auch bei der Eile, mit welcher das Instrument gebaut und abgeliefert werden mußte, manche konstruktive Einzelheit noch nicht die entsprechende Beachtung gefunden hat. Beide Instrumente eignen sich für stereoskopische und einfache Bildmessung in gleichem Maße. Das Finsterwaldersche Instrument hat sich in den Alpen sehr gut bewährt. Für größere Reisen gibt seine beschränkte Verwendbarkeit zu stereoskopischen Aufnahmen, sowie das große Plattenformat Anlaß zu Bedenken. Dagegen ist die außerordentliche Einfachheit hervorzuheben. Es sei hier eine Übersicht über die Gewichte (in Gramm) der drei Instrumente gegeben, wie sich dieselben für gebrauchsfertigen Zustand im Felde mit 12 Platten und je zwei Stativen, jedoch ohne Meßlatten ergeben.

	Zeiß-Feld	Zeiß-Reise	Finsterwalder
Apparat	11500 g	3130 g	2890 g
Kasten	5900	2960	2540
2 Stative mit Verpackung	19110	2980	4280
Kassetten für 12 Aufnahmen	1800	1300	1490
Kassettenverpackung	1400	210	1000
12 Platten	460	460	760
Verschiedenes	500	400	60
Schirm und Stock	1250	1250	1250
	41920	12690	14270

Erwähnenswert ist wohl, daß die erhebliche Gewichtsverminderung bei den Stativen und Kassettenverpackungen des Reiseinstruments nicht ohne Einfluß auf die Brauchbarkeit des Instruments geblieben ist. Die Stative sind etwas niedrig, sodaß sich Unebenheiten und Vegetation im Vordergrunde störend bemerkbar machen können. Die Kassettenverpackung war zu leicht, ein weiterer Schutz während der Reise daher unerläßlich. Beide Umstände können durch eine geringe Gewichtsvermehrung leicht beseitigt werden, umsomehr, als das Finsterwaldersche Instrument mit 1,5 kg Mehrgewicht von 2 Personen ohne übermäßige Anstrengung auf die schwierigst zugänglichen Standpunkte geschafft werden kann. Für weniger schwierig begehbares Terrain ist das Arbeiten auch ohne Hilfskraft durchführbar. Die Gewichtsverminderung für den Reisetheodoliten findet ihren vollen Ausdruck erst im Gewichte des Plattenvorrates für längere Reisen. 20 Dutzend Platten 12×16 wiegen 18 kg, im Formate 9×12 nur 12 kg, sowie hauptsächlich im Fortfalle eines Theodoliten, der bei Aufnahmen mit dem Finsterwalderschen Instrumente in manchen Fällen nicht zu entbehren ist. Dagegen dürfte die Brennweite des Reisetheodoliten mit rund 98 mm schon die unterste Grenze für das Plattenformat 9×12 darstellen.

c) Winkelmessungen.

Die Winkelmessungen begannen nach Aufstellung von ca. 30 Signalen. Gemessen wurden Richtungen und zwar auf jedem der drei Punkte A, S und P zuerst 3 Sätze in drei Kreisstellungen für den Anschluß an die Landesaufnahme. Leider mußten die Morgenstunden zur Messung benützt werden. Die wesentlich

günstigeren Nachmittagszeiten dienten dem Abstiege von den felsigen Gipfeln. Um einen Anhaltspunkt für die Zuverlässigkeit der Winkelmessung zu geben, seien die Resultate der drei auf dem Punkte Scheffauer gemessenen Sätze mitgeteilt. Mittlerer Fehler (m. F.) der Gewichtseinheit 5,48" (einmal gemessene Richtung), m. F. des arithmetischen Mittels 3,27", mittlerer Richtungsfehler 5,14" und der m. F. des Satzmittels 2,97". Die im Gebiete selbst gelegenen Punkte wurden in Sätzen zu 6—8 Richtungen vereinigt und ebenfalls in 3 Kreisstellungen gemessen. Zu diesen Messungen diente der Theodolit des Alpenvereins von Ertel & Sohn. Bei der späteren Erweiterung des Netzes nach Norden wurde der Zeißsche Feldphototheodolit auch gleichzeitig zur Winkelmessung benützt. Die zur weiteren Einschaltung von photographischen Standpunkten nötigen Winkelmessungen wurden größtenteils mit dem Phototheodoliten Finsterwalder ausgeführt. Erst bei größeren Höhenwinkeln über 17° fand der Hildebrandsche Reisetheodolit Verwendung. In der Regel handelte es sich bei diesen Messungen um Entfernungen bis zu 2 km. Zur Zentrierung der Winkel benützte ich den österreichischen Originalaufnahmen entnommene Längen. Die Dreiecksschlußfehler in Hauptnetze ergaben sich wie folgt:

△ A. S. P.	—9,7"
△ A. S. F.	+2,3"
△ A. S Str.	+0,5"
△ A. F. Str.	+6,8"
△ F. S. Str.	—5,0"

Nach der internationalen Fehlerformel ergibt sich der m. F. eines Winkels zu 3,7". Die Richtungsmessung von Scheffauer nach Brandkogel mußte unterbleiben wegen Unsichtbarkeit des Signales auf letzterem, ebenso die Messungen auf dem Zwischenpunkte Hintere Kesselschneid wegen vorgerückter Jahreszeit. Zur Berechnung des trigon. Netzes in sich ohne definitive Längenbestimmung benützte ich ein Koordinatensystem, dessen Ursprung im Scheffauer lag und dessen X-Achse mit A.-S. zusammenfiel. Zuerst wurden die Winkel in den Dreiecken A, S, P und A, S, F empirisch ausgeglichen und die Koordinaten von P und F berechnet. Ihnen folgte der Punkt Stripsenkopf. Die Berech-

nung der Koordinaten des Zwischenpunktes Hintere Kesselschneid aus den Richtungen von S, A, Str und F zeigte eine so günstige Übereinstimmung mit der von P gemessenen Richtung, daß ich von einer streng methodischen Ausgleichung absah und für die ganze Vermessung eine graphische Ausgleichung aus den fehlerzeigenden Figuren durchführte. Hiedurch wurde selbst bei noch so objektiver Auswahl der Punkte ein gewisses Maß von Unsicherheit hereingetragen und wenn auch der weitere Verlauf der Arbeiten zeigte, daß die bei den folgenden graphischen Konstruktionen erforderliche Genauigkeit der Horizontalpositionen erreicht worden war, so entbehren die Angaben eben doch der Eindeutigkeit einer strengen Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Es folgte der Anschluß des Punktes Brandkogel an das Hauptnetz. Waren nunmehr die Punkte des Hauptnetzes in ihrer gegenseitigen Lage zueinander bestimmt, so fehlte noch die Maßstabbestimmung und die Orientierung. Zu diesem Zwecke wurden die auf den 6 Stationen A, S, F, Str, B und P gemessenen Richtungen nach Wendelstein, Rettenstein und Hochgern auf einen in der Mitte des Gebietes günstig gelegenen Punkt (Nullpunkt eines neuen Koordinatensystemes) zentriert und die Quadratsumme der Differenzen der so erhaltenen drei Richtungen durch Veränderung der bisherigen Basislänge A-S zu einem Minimum gemacht.

Zentrirung der Richtungen auf den Nullpunkt des Koordinatensystemes.

	Vor der Ausgleichung.			Nach der Ausgleichung.		
	W	Hg	R	W	Hg	R
A	33° 45′ 59,9″	135° 40′ 24,7″	269° 15′ 51,1″	33° 45′ 59,8″	135° 40′ 29,8″	269° 15′ 52,2″
S	46′ 0,1″	25,5″	56,9″	55,2″	25,8″	59,7″
Str	45′ 49,4″	33,9″		49,1″	23,6″	
P	45′ 43,4″	25,6″		49,9″	35,8″	
F		13,4″			15,5″	
B	46′ 9,3″			66,1″		

Die 3 Hauptrichtungen sind somit

W 33° 45′ 56,9″ ± 3,3″
Hg 135° 40′ 26,1″ ± 3,4″
R 269° 15′ 55,9″ ± 3,8″

Die restierende Quadratsumme der Differenzen ist 458,0 und die zugehörige Länge Ackerlspitze —Scheffauer = 7930,65 m + 1,81 m (altes Signal auf Ackerlspitze).

Die Länge A.-S. zu 7929,7 m (neues Signal) bildet die Grundlage für den Maßstab. Mit den drei ausgeglichenen Hauptrichtungen wurde sodann der Nullpunkt des neuen Systemes nach den Hauptdreieckspunkten rückwärts eingeschnitten.

In dieses neue Koordinatensystem, dessen positive X-Achse nach Norden, dessen positive Y-Achse nach Westen gerichtet ist, wurden die 6 Punkte, welche das Hauptnetz bilden, umgerechnet und hieran alle weiteren Punkte angeschlossen.

Die sphärisch rechtwinkligen Koordinaten der 3 Hauptdreieckspunkte[1]) und des Koordinatennullpunktes sind:

	x	y
Wendelstein	—48294,724	—32962,632
Hochgern	—42665,578	—70759,912
Rettenstein	—89313,253	—54666,885
Nullpunkt	—53324,386	—60911,663

d) Prüfung des Maßstabes.

Die stereoskopischen Aufnahmen boten Gelegenheit, aus der Triangulierung abgeleitete Längen mit direkten Messungen zu vergleichen. Betrachten wir zunächst die stereoskopische Basis bei Niederndorf, welche in ihrer ganzen Länge (rund 530 m) mittelst Drahtes gemessen wurde. Die verwendete Einrichtung bestand aus zwei Bergstöcken von 1,5 m Länge, an welchen 0,5 m über der Spitze je eine Öse eingeschraubt war, um das Abgleiten des Drahtes, bezw. des Ringes der Federwage zu verhüten. Verwendet wurde ein Stahldraht von 1,3 mm Durchmesser, ca. 1 qmm Querschnitt und 73,855 m Länge, in gespanntem Zustand bei 15 kg Belastung. Die ursprünglich verwendete Federwage mit Hebelübersetzung zeigte sich zu unzweckmäßig und wurde später durch eine andere ersetzt, deren Feder in einer Röhre gelagert war und die Belastung ohne Verwendung von Zwischengliedern abzulesen gestattete. Hervorgehoben sei, daß die Hebelwirkung der Stöcke ein äußerst ruhiges Halten des

[1]) Die Koordinaten der 3 Hauptdreieckspunkte sind dem amtlichen Bayerischen Messungswerke entnommen.

Drahtes in der vorgeschriebenen Spannung ermöglicht. Die Basis bei Niederndorf ist auf einem Schwemmkegel des Jenbaches gelegen, der eine durchschnittliche Neigung von 1^0 aufweist. Fester Rasen bildet den Grund. Die Messung wurde in sieben Teilen nebst zwei kleineren Anschlußabschnitten vorgenommen und hatte folgendes Ergebnis:

Abschnitt	L ±	L ±	L ±	L ±	Mittel
1—2	—18,7	—19,5	—19,5	—19,5	—19,3 cm
2—3	— 8,5	— 8,5	— 9,0	— 9,0	— 8,75 cm
3—4	+ 2,5	+ 2,6	+ 2,3	+ 2,3	+ 2,4 cm
4—5	— 6,0	— 6,5	— 6,3	— 6,5	— 6,4 cm
5—6	—13,2	—12,5	—12,6	—12,8	—12,5 cm
6—7	—17,0	—17,8	—17,0	—17,0	—17,2 cm
7—8	+52,0	+52,5	+52,5	+52,5	+52,4 cm

Die Länge der Basis beträgt	1—8	516,891 m
Reduktion auf die Horizontale		516,830 m
Abschnitt West—1		2,100 m
Abschnitt Ost—8		13,437 m
		532,367 m
Reduktion auf Meeresniveau		0,042 m
		532,325 m

An Zeit waren 3 Stunden benötigt; hievon entfallen 2 Stunden auf die Vorbereitungsarbeiten, die Drahtmessung beanspruchte knapp $^3/_4$ Stunden. Bei Verwendung einer zweiten Hilfskraft und besserer Einrichtungen lassen sich die Arbeiten rascher und genauer sehr wohl in $1^1/_2$ Stunden ausführen. Es seien die Ergebnisse einiger solcher Messungen im Vergleiche mit Triangulierungswerten gegeben.

	gemessen	Triang.		$\frac{ds}{s}$
Niederndorf	532,325	532,90	+58	0,0011
Hochleitenalpe	884,98	884,29	—69	0,0008
Durchholzen	725,69	726,14	+45	0,0006
Ellmau (N.-S.)	274,20	273,70	—50	0,0020

Die Abweichungen stehen im Einklange mit der Unsicherheit der Koordinaten der Punkte, welche nach den fehlerzeigenden Figuren zwischen 30 und 80 cm schwanken. Nur im Osten des Gebietes werden diese Beträge vereinzelt überschritten. Nach

Beendigung der trigonometrischen Berechnungen hatte ich durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Obergeometers Melanschek in Kufstein Gelegenheit, meine gefundenen Längen mit jenen zu vergleichen, welche dieser anläßlich einer Neuaufnahme des Winkelkares erhalten hatte. Direkt zu vergleichen waren die Längen Vordere Kesselschneid (V.Ks.) — Jöchlkopf (Jkf.), Vordere Kesselschneid (V.Ks.) — Roßkaiser (Ro.) und Jöchlkopf (Jkf.) — Roßkaiser (Ro.). Zur Orientierung sei bemerkt, daß Melanschek die Abszissen in nördlicher Richtung positiv, in südlicher Richtung negativ, die Ordinaten in östlicher Richtung positiv und in westlicher Richtung negativ annahm. Als Koordinatenursprung ist die südwestliche Ecke einer Aufnahmesektion genommen, um mit kleineren Zahlen rechnen zu können. Ausgangspunkte für die Vermessung des Herrn Melanschek sind die 3 Punkte Kössen, Oberaudorf und Walchsee. Die Koordinaten der beiden ersten Punkte sind vom Triangulierungs- und Kalkülbureau gegeben worden, der Punkt Walchsee ist graphisch trianguliert und wurde der Evidenzhaltungsmappe entnommen. Gemessen wurden Richtungen in 3 Sätzen auf den Punkten Heuberg, H. Kesselschneid, Pyramidenspitze und Roßkaiser. (Heuberg wegen ungünstiger Witterung nur 1 Satz.) Die Maßstab- und Lagebestimmung erfolgte durch Doppelpunkteinschaltung der Punkte Heuberg und Pyramidenspitze und es ergaben sich die mittleren Koordinatenfehler

	my	mx
Heuberg	± 1,35 m	± 1,25 m
Pyramidenspitze	± 3,48 m	± 1,10 m

und der mittlere Fehler einer Richtung zu ± 48,3″. Die nicht unbeträchtlichen mittleren Fehler der Koordinaten und Richtungen sind wohl ausschließlich auf die Benützung des graphisch trianguliertenPunktes Walchsee zurückzuführen. Es ergaben sich nachstehende Koordinaten:

	Melanschek		Scheck	
	x	y	x	y
V.Ks.	−12,62	+98,36	+2028,40	+304,50
Ro.	−327,67	+1299,77	+1699,35	−896,05
Jkf.	+620,34	+2368,94	+2637,38	−1978,27

und hieraus die Seiten

	Melanscheck	Scheck		
	s	s	ds	$\frac{ds}{s}$
V.Ks.-Jkf.	2357,15	2362,60	—5,45	0,0023
Vks -Ro.	1242,03	1244,83	—2,80	0,0022
Ro.-Jkf.	1428,93	1432,16	—3,23	0,0022

und die Richtungswinkel zu

Vks.-Jkf.	74°	25′	24″	75°	3′	47″	—0°	38′ 23″
Vks.-Ro.	104°	41′	39″	105°	19′	39″	—0°	38′ 0″
Ro.-Jkf.	48°	26′	14″	49°	4′	57″	—0°	38′ 43″

Der Quotient ds : s (Differenz der Seitenmessungen und der Seiten selbst) ist mit guter Übereinstimmung 0,0022. Auch die konstante Verschiebung in den Richtungswinkeln ist in Anbetracht des verwendeten Instrumentes Phototheodolit (1′ Nonienablesung) keine schlechte und hat ihren Grund in der Meridiankonvergenz der beiden Axensysteme.

e) Höhenmessungen.

Die Höhenmessungen lassen sich scheiden in zwei Gruppen, deren Ergebnisse jedoch gleichwertig verwendet wurden. Die erste Gruppe umfaßt die Messungen auf den trigonometrischen Punkten A, S, P und EH, welche mit dem Hildebrandschen Reisetheodoliten ausgeführt wurden, die zweite alle photographischen Standpunkte, zu deren Höhenbestimmung das jeweils zu den photographischen Arbeiten benützte Instrument diente. Weitaus die Mehrzahl der Punkte sind also mit dem Phototheodoliten Finsterwalder gemessen. Nur im Osten des Gebietes, wo ohne Zwischenpunkte von den Gipfeln zu den Almböden gemessen werden mußte, war infolge der großen Höhenwinkel der Hildebrandsche Theodolit nicht entbehrlich.

Wie schon eingangs erwähnt, wurde auf den Anschluß an das Präzisionsnivellement verzichtet und alle Höhen auf den Punkt Ellmauer Halt bezogen. Zur Gewinnung eines Anhaltes für die Zuverlässigkeit der in der Originalaufnahme mit 2344 m angegebenen Höhenzahl der Ellmauer Halt zu erlangen, berechnete ich aus den Punkten A, S, P, EH und Tr die Höhendifferenzen der Punkte P — Tr einerseits, P — EH, sowie EH — Tr andererseits. Es ergaben sich nur Unterschiede von wenigen Dezimetern gegenüber den österreichischen Messungen und ich wählte daher den Fußpunkt des Gipfelkreuzes der Ellmauer Halt nach den Angaben

der Originalaufnahme zu 2344,00 m. Als Kulminationspunkt des Gebirges von allen Gipfeln, sowie von einer großen Zahl von Talstationen sichtbar, bietet das dort aufgestellte eisenbeschlagene Kreuz ein ebenso gutes wie dauerhaftes Signal. Für die Vermessung selbst ist die Verschiebung aller Höhenzahlen um eine Konstante, deren Größenbestimmung bei einem späteren Anschluß vorgenommen werden kann, ohne Bedeutung. Das Ergebnis der Höhenmessung kann angesichts der sehr großen Höhenwinkel, Neigungen von 15° und darüber sind keine Seltenheit, und der sicherlich nicht unbeträchtlichen Lotabweichungen bei den an den Hängen gelegenen Punkten als ein zufriedenstellendes bezeichnet werden. Die größten Unterschiede in den Einzelmessungen zeigten sich auf der Nordseite, wo Höhenunterschiede von 1000 m und darüber mit großen Neigungen und Entfernungen zusammentrafen. Um zu einem mittleren Fehler einer Höhenmessung zu gelangen, habe ich bei 45 Punkten die Abweichungen der Einzelmessungen von der endgiltigen Höhe des Punktes bestimmt mit der zugehörigen Entfernung den entsprechenden Winkelfehler pro 1 km berechnet und hieraus den mittleren Fehler zu $\pm 1{,}3'$ erhalten.

f) Photographische Arbeiten.

Als Negativmaterial dienten ausschließlich Perutz-Silbereosinplatten (Vogel-Obernetter), welche durchwegs gute Resultate ergaben. Ausnahmsweise wurden für stereoskopische Aufnahmen einmal Schleußner Spiegelglasplatten verwendet. Bei einiger Übung in photographischen Arbeiten, welche für solche Aufnahmen wohl vorausgesetzt werden muß, und den fast gleichen Bedingungen, unter welchen die Bilder aufgenommen werden, bereitet die Ermittlung der Belichtungszeiten nicht im entferntesten die Schwierigkeiten, welche sehr häufig als Grund für die geringe Verwendung der Bildmessung angesehen werden. Von den ca. 400 Platten, welche sich auf einfache und stereoskopische Bildmessungen, Rekognoszierungsarbeiten und sonstige Hilfsaufnahmen in den verschiedensten Formaten verteilen, sind nur zwei zu Verlust geraten; eine durch Bruch im Felde, die zweite durch Ungeschicklichkeit beim Entwickeln. Zur Herstellung der Positive für die einfachen Meßbilder benützte ich

ein Entwicklungspapier Satrap-Gaslicht dünn glänzend, für Diapositive Perutz' Diapositivplatten.

II. Einfache Bildmessungen.

Die Aufnahme der Bilder für die einfache Bildmessung geschah in der Hauptsache mit dem Phototheodoliten des geodätischen Institutes der Kgl. Technischen Hochschule. Das Instrument (Bauart Finsterwalder), von Ott in Kempten geliefert, hat eine Brennweite von 152,40 mm bei einem Rahmenformat von 112,37 × 152,24 mm. Zu beachten ist bei Bestimmung der Rahmenbreite sehr wohl, daß die auf der Platte erscheinenden Rahmendimensionen keineswegs den wirklichen Abmessungen des Metallrahmens entsprechen. Durch die Verwendung gewöhnlicher Platten und deren Herstellungsart erscheinen die Begrenzungslinien des Rahmens als gekrümmte Linien. Bei der stereoskopischen Bildmessung überschreiten die durch gekrümmte Platten verursachten Fehler bereits die Meßgenauigkeit; die Anwendung von Spiegelglasplatten ist daher geboten. Die Einrichtung des zur Aufnahme verwendeten Instrumentes kann hier als bekannt vorausgesetzt werden.

Über die Aufnahmearbeit genügen einige Worte. Da die Güte der erzeugten Bilder sehr von der Witterung und Beleuchtung abhängig ist, haben sich alle auf einer Station nötigen Arbeiten den photographischen Arbeiten unterzuordnen. Nach Aufstellung und Horizontierung der Kamera wurde die Kassette mit der unbelichteten Platte oben eingesetzt und auf den Apparat gelegt, der zur Aufnahme der belichteten Platte bestimmte Ledersack unten angehängt, sodann eine Anschlußrichtung gemessen, das Instrument in die zur Aufnahme bestimmte Richtung gedreht, die Platte in den Rahmen herabgelassen, die Libellen nochmals überprüft, exponiert und der Ledersack wieder versorgt. Wird das Einführen der Platten mit der nötigen Sorgfalt vorgenommen, so kann eine aus 7 Platten bestehende Rundaufnahme sehr wohl durchgeführt werden, ohne Verdrehungen gegen die gemessene Anschlußrichtung befürchten zu müssen. Eine Kontrollmessung am Schlusse sichert die Aufnahme.

Die Ausfüllung vorgedruckter Formulare, enthaltend Angaben über Stellung des Objektivbrettes (Horizont), Entfernungen von Signalen bei exzentrischen Messungen, Höhe des

Apparates über dem Boden, Winkel- und Höhenmessungen für die topographische Festlegung des Punktes u. s. w., — Dinge, die auf jedem Standpunkte wiederkehren —, erleichtert die Arbeit und schützt vor unliebsamen Überraschungen bei der Hausarbeit. Bei der stereoskopischen Bildmessung ist die Führung eines guten Feldbuches eine Grundbedingung des Gelingens der Aufnahmen.

Einige Angaben über die Zeiten, welche zur Aufnahme benötigt wurden, seien hier angeführt, wobei jedoch bemerkt sei, daß es sich um Standorte im allerschwierigsten Felsterrain handelt. Die Aufnahme einer Rundsicht, bestehend aus 7—10 Bildern nebst 2 Anschlußrichtungen, kann, günstige Verhältnisse vorausgesetzt, in ca. $^3/_4$ Stunden erledigt werden. Kommen noch Winkelmessungen zur Bestimmung des Standortes hinzu, nicht unter 4 Zielpunkte, so können alle Arbeiten in 2 Stunden erledigt sein. Weitaus die meiste Zeit entfällt für Auf- und Abstieg zu jedem Gipfelstandpunkt (ca. 8—10 Stunden). Welch ungleiche Verhältnisse bei räumlich sehr verschieden großen Gebieten in Betracht kommen, lehrt die Aufnahme des Griesenerkares. Das Fels- und Kargebiet im Westen und Osten, ca. $1^1/_2$ qkm, konnte ohne Begleiter in einem Tage aufgenommen werden. Dabei ergaben sich noch sehr günstige Bilder für die Südhänge des Feldberges. Der zentralgelegene Mitter-Kaiser beanspruchte für gleichwertige Aufnahmen 2 Tage mit einem Begleiter. Die Ergänzung dieses Teiles durch Meßtischaufnahmen hätte schneller zum Ziele geführt.

Die Hausarbeit begann mit der Berechnung der Achsenrichtungen der ersten und letzten Aufnahme eines Standortes aus den beobachteten Anschlußmessungen und Auftrag der gefundenen Richtungen im Konstruktionsblatte. Die zwischenliegenden Richtungen der übrigen Aufnahmen wurden mit einem auf Pauspapier gefertigten Richtungsnetze, das den konstant angewendeten Verdrehungswinkel von 52° enthielt, eingepaßt. Als Einzelnem standen mir nicht jene Einrichtungen zur Verfügung, welche im Laufe der photogrammetischen Arbeiten hauptsächlich im Militärgeographischen Institute in Wien entstanden sind, um die zeitraubende Konstruktion und Berechnung der Punkte zu vermindern. So wurde in der Hauptsache nach Papierpositiven gearbeitet; die Bildweiten waren daher in

verschiedenen Größen aufzutragen. Für die auf Negativen mit dem Komparator gemessenen Punkte wurde entsprechend den jeweiligen Entfernungen eine 2—4fach vergrößerte Bildweite gewählt, dagegen für die Papierpositive die im Verhältnis zum Papiereingange ermittelte Bildweite in einfacher Größe aufgetragen. Dem Eintrag der Bildtrace folgte eine Prüfung der Orientierung nach allen auf den Bildern sichtbaren trigonometrischen Punkten, nach deren Richtigstellung mit der Punktkonstruktion begonnen werden konnte. Die Abnahme der Abszissen und Ordinaten von den Bildern geschah unter Zuhilfenahme einer Lupe mittelst eines 250 mm langen Rechenschiebers, mit dem auch die Rechnungen ausgeführt wurden.

Für die Gewinnung der Horizontalpositionen bedeutet die Anwendung von Papierbildern mit Ausnahme der Umrechnung der Bildweite keine wesentliche Vermehrung der Arbeit. Anders verhält sich die Sache bei der Ausrechnung der Höhen. Außer der Entfernung des Punktes vom Aufnahmeort kommt hier noch Ordinate und schiefe Bilddistanz in Betracht. Die beiden letzteren Punkte bereiten der Messung auf Papierbildern große Unbequemlichkeiten. Die abgemessenen Ordinaten entsprechen wegen ungleicher Schrumpfung des Papieres in Länge und Breite keineswegs der auf dem Konstruktionsblatte aufgetragenen Bildweite. Eine Entnahme der schiefen Bilddistanz ist also nicht ohne weiteres zulässig. Man kann sich helfen, indem eine zweite, den Ordinaten entsprechende Bildweite auf dem Konstruktionsblatte angerissen wird, der die schiefe Bilddistanz entnommen werden kann. Für einige Ausnahmefälle wurde dieses Verfahren auch angewendet, bedeutet aber eine erhebliche Anstrengung der Augen und großen Aufwand an Zeit. Für die Mehrzahl der Bilder suchte ich ein anderes Verfahren einzuschlagen, das eine rationellere Arbeitsmethode ermöglicht. Auf die Erreichung äußerster Präzision mußte dabei aber verzichtet werden. Zur Gewinnung einer Übersicht über die Verhältnisse der Bildweiten für Abszissen und Ordinaten bei verschieden großer Schrumpfung der Bilder in Länge und Breite habe ich aus dem vorhandenen Materiale 100 Bilder ohne Wahl entnommen, ausgemessen und daraus folgende Tabelle erhalten:

Abgebildete Rahmenbreite	151,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	152,0	152,1
Anzahl	1	4	9	17	21	15	27	5	1	0
Zugehörige Brennweite	151,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	152,4

Abgebildete Rahmenhöhe	111,7	111,8	111,9	112,0	112,1	112,2
Anzahl	0	19	41	35	5	0
Zugehörige Brennweite		151,8	151,9	152,0	152,1	

Die Tabelle lehrt, daß sich die Schrumpfungen der schmalen Seiten der Bilder in engeren Grenzen bewegen. In der Abszissenrichtung zeigen 85 % der Bilder eine Schwankung der entsprechenden Bildweite von 151,7 bis 152,2 mm; in der Ordinatenrichtung zeigen sämtliche Bilder eine Schwankung von nur 151,8 bis 152,1 mm.

Es fragt sich nun, können die Abszissen der Bilder, welche eine Rahmenbreite von 151,5 bis 151,9 mm zeigen, dazu benützt werden, die schiefen Distanzen aus einer Tabelle zu entnehmen, die für eine Bildweite von 152,0 mm berechnet ist? Sind die dabei begangenen Fehler nicht schon zu groß, so daß das erhaltene Messungsresultat ganz erheblich beeinflußt würde? Einfache Berechnungen ergeben, daß bei Ordinaten von 80 mm schon Winkelfehler von 2′ entstehen. Nun sind aber Ordinaten von 80 mm selten erreicht, noch seltener überschritten worden. Zudem treffen die großen Höhenwinkel stets mit kurzen Entfernungen zusammen. Der absolute Betrag dieser Winkelfehler auf den Höhenfehler eines Punktes wird somit nur ein geringer sein. Hierzu kommt, daß die berechnete Bildweite 152,4 mm keineswegs eine feststehende Zahl ist, vielmehr wird die Bildweite bei jeder Aufnahme mit gewöhnlichen Platten und deren Durchbiegung eine andere sein. Die Resultate der Vermessungen zeigen jedenfalls, daß die Annahme der Bildweite 152,0 mm für die Höhenmessung zulässig war, womit nicht gesagt sein soll, daß eine erheblich größere Genauigkeit der Messungen überhaupt noch zu erreichen wäre ohne Anwendung weiterer Hilfsmittel. Bei der graphischen Bestimmung der Punkte spielen eben verschiedene Verhältnisse mit in das endgültige Resultat

herein, welche der theoretischen Berechnung nicht ohne weiteres zugänglich sind.

Unter der Voraussetzung der Annahme einer Ersatzbildweite wurden mehrere Tausend Punkte aus 2 und 3 Standorten bestimmt und die endgültigen Höhenzahlen durch Bildung des einfachen arithmetischen Mittels aus den Einzelbestimmungen ermittelt, wobei Erdkrümmung und Refraktion berücksichtigt worden sind. Alle nötigen Nebenrechnungen, wie Bildung des mittleren Fehlers der Höhe des Punktes, sowie die Differenzen der Einzelmessungen vom Mittel mit gleichzeitiger Angabe der zugehörigen Entfernungen waren in Listen ausgeführt worden, so daß am Schlusse ein Material vorlag, das durch weiteren Ausbau Aufschluß über verschiedene interessante Verhältnisse gab.

Aus dem vorhandenen Materiale wurde das erste Tausend Punkte genommen und die Höhen durch Einsetzen eines Gewichtes für die Einzelmessungen, entsprechend der Entfernung des Punktes vom Aufnahmestandort, neu berechnet. Das Gewicht der Einzelmessung wurde ermittelt aus dem Ansatz $P = \frac{1}{m_s^2 + a^2 m_\varphi^2}$, worin m_s den mittleren Fehler der Höhe des Standpunktes, m_φ den Winkelfehler des Höhenwinkels und a die Entfernung des Punktes vom Aufnahmestandort bezeichnet. m_s ergab sich aus 63 trigonometrisch berechneten Punkten zu rund 0,27 m, m_φ wurde zu $\frac{\text{Ablesfehler der Ordinaten}}{\text{Brennweite}} = \frac{0{,}15}{\text{rund } 150}$ $= \frac{1}{1000}$ angenommen. Hieraus $b = \frac{1}{0{,}07 + \frac{a^2}{1000}}$.

Zur weiteren Vereinfachung erfolgte eine Zusammenfassung der Entfernungen von je 100 : 100 m, so daß für Entfernungen von 300—400 m a zu 350 m, von 400—500 m a zu 450 m u. s. f. angenommen wurde. Hieraus resultiert nachstehende Gewichtstabelle:

Entfernung in 100 m	Gewicht	Entfernung in 100 m	Gewicht	Entfernung in 100 m	Gewicht
2— 3	70	12—13	6	22—23	2
3— 4	50	13—14	5	23—24	2
4— 5	40	14—15	5	24—25	1,5
5— 6	30	15—16	4	25—26	1,5
6— 7	20	16—17	4	26—27	1
7— 8	15	17—18	3	27—28	1
8— 9	10	18—19	3	28—29	1
9—10	9	19—20	3	29—30	1
10—11	8	20—21	2		
11—12	7	21—22	2		

Die Werte der ersten Berechnung, der Abkürzung halber hier Liste 1 genannt, und der Neuberechnung, Liste 2, wurden in Tabellen zusammengestellt, welche Angaben enthielten über die Enfernungen von 100 : 100 m, die Abweichungen der Einzelmessungen vom Mittel in Dezimetern mit Vorzeichen, ob positiv oder negativ, sowie über die Anzahl der Strahlen, welche zur Berechnung der Höhen bezw. zur Konstruktion der Horizontalposition gedient hatten. Nachfolgende Tabelle ist ein Auszug aus den beiden Listen und mag zur direkten Vergleichung mit der von Finsterwalder[1]) veröffentlichten Tabelle dienen. Die obenstehenden Zahlen sind die Werte der Liste 1, die untenstehenden sind der Liste 2 entnommen.

Anzahl der Widersprüche zwischen bestimmten Grenzen bei Messungen auf bestimmte Entfernungen:

Entfernungen in Meter	100 bis 500	600 bis 1000	1000 bis 1500	1500 bis 2000	2100 bis 2500	2600 bis 3000	3000 bis 3500	
Mittel	350	800	1300	1800	2300	2800	3300	Summe
0,0—0,4	50	209	155	112	56	21	6	609
	75	244	140	91	54	20	5	629
0,5—0,9	49	206	179	93	67	21	2	617
	59	230	175	108	49	18	4	643
1,0—1,5	35	154	164	123	51	19	5	551
	13	133	172	104	44	14	2	482

[1]) Z. f. Verm. 1886, S. 225 u. wiss. Erg.-Hefte z. Zt. d. D. u. Ö. A.V. 1897, S. 38.

Entfernungen in Meter	100 bis 500	600 bis 1000	1000 bis 1500	1500 bis 2000	2100 bis 2500	2600 bis 3000	3000 bis 3500	
1,5—1,9	10	89	92	73	40	11	6	321
	7	66	100	72	51	15	1	312
2,0—2,4	6	42	72	48	42	17	5	232
	2	37	71	50	44	13	7	224
2,5—2,9	6	30	48	25	27	8	1	145
	1	18	52	27	20	10	4	132
3,0—3,4	2	14	30	12	12	5	2	77
	1	17	31	21	17	10	1	98
3,5—3,9	0	11	14	5	3	4	1	38
	0	10	14	10	11	4	3	52
4,0—4,4	0	5	10	4	3	1	1	24
	0	5	3	7	6	1	1	23
4,5—5,0	0	2	1	0	0	0	0	3
	0	0	4	3	2	2	0	11
5,0—5,2	0	0	0	0	1	0	0	1
	0	2	3	2	4	0	1	12
Summe	158	762	765	495	302	107	29	2618
								2618
proportional verteilte überschüssige Messungen	99	476	478	309	188	66	18	
m. F. einer Höhenbestimmung	1,38	1,71	2,02	1,88	2,14	2,20	2,48	
	0,95	1,60	2,07	2,11	2,48	2,54	2,96	
m. F. pro Kil.	3,96	2,14	1,56	1,04	0,93	0,79	0,73	
	2,72	2,00	1,59	1,19	1,08	0,91	0,90	
Resultat Finsterwalder	2,54	1,64	1,23	0,98	0,90	0,75	0,75	

Der erste auffallende Unterschied ist die rapide Zunahme des mittleren Fehlers pro Kilometer mit Abnahme der Entfernung. Die wesentlich größeren Werte meiner Tabelle haben ihren Grund teils in der geringeren Brennweite des verwendeten Instrumentes (152,40 mm gegen 162,5 mm bei Finsterwalder), teils werden sie aus der Anwendung der mittleren Brennweite für die Höhenberechnung herrühren. Finsterwalder hat Abscissen und Ordinaten auf den Glasnegativen gemessen und im allgemeinen auf größere Entfernungen gearbeitet. Die Maximalzahl der bestimmten Punkte liegt bei einer Entfernung zwischen 1600 und 2000 m, bei meinen Messungen zwischen 600 und 1500 m. Der Vergleich der Liste 1 und 2 ergibt keinen wesentlichen Unterschied. Es nimmt zwar der mittlere Fehler pro Kilometer in der Liste 2 bei den nähesten Entfernungen erheblich ab, der Unterschied bei den größeren Entfernungen ist dagegen sehr gering. Man ersieht ferner, daß mit Zunehmen der Entfernung und

damit verknüpfter Abnahme der Ordinaten der durch die Anwendung einer mittleren Brennweite erzeugte Fehler fast verschwindet. Die Werte von 1500 m Entfernung an aufwärts stimmen mit jenen Finsterwalders überein. Die Listen geben ferner Aufschluß über die Anzahl der verwendeten Bilder zur Konstruktion eines Punktes. Es wurden bestimmt aus

Anzahl der Standpunkte	1	2	3	4	5	Summe
Horizontalposition	0	329	663	7	1	1000
Höhe	16	338	642	4	0	1000

Ein Punkt ist somit in der Horizontalposition 2,67 mal in der Höhe 2,63 mal (Finsterwalder 2,8) bestimmt. Zu einem weiteren Vergleiche mit den Ausführungen Finsterwalders, (siehe „Der Vernagtferner“ S. 39), wurde die Quadratsumme der Widersprüche berechnet. Sie beträgt 5921 für Liste 1, 6531 für Liste 2. Die Anzahl der überschüssigen Messungen ist 2634—16—1000= 1618. Der mittlere Fehler einer Höhenbestimmung wird sonach 1,90 m für Liste 1, 1,99 m für Liste 2 (Finsterwalder 1,96). Das einfache arithmetische Mittel der Entfernungen ist 1807 m und der mittlere Fehler einer Höhenbestimmung pro Kilometer ca. 1,05 m Liste 1, und ca. 1,10 m Liste 2 (Finsterwalder 1,0 m). Der mittlere Fehler der Höhe eines Punktes findet sich zu 1,17 m Liste 1, bezw. 1,24 m Liste 2 (Finsterwalder 1,17 m). Betrachten wir zum Vergleiche mit diesen Werten die Aufstellung einer Tabelle über die wirklich berechneten mittleren Fehler.

m. F. in Dezim.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
Anzahl	17	23	37	53	44	59	64	68	62	65	67	559
m. F. in Dezim.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Anzahl	62	57	51	51	52	30	24	16	15	16	12	386
m. F. in Dezim.	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Anzahl	13	7	5	3	0	1	1	1	0	1	1	33
m. F. in Dezim.	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
Anzahl	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	6

Es zeigen sich 17,7% mit einem mittleren Fehler unter 0,5 m, 66,8% mit einem solchen von 0,5—1,5 m und der Rest von

15,5% mit einem mittleren Fehler von 1,5—4,3 m behaftet. Dabei sind die Fehler über 2,0 m mit nur 5,8% beteiligt.

Um zu einem Vergleiche der beobachteten Differenzen mit dem theoretischen Fehlergesetze zu gelangen, wurden die Einzelwerte nach positiven und negativen Vorzeichen ausgeschieden. Es ergaben sich bei 2618 Messungen 1308 negative, 1310 positive Abweichungen, also rund die Hälfte, wie dies ja auch entsprechend der Mittelbildung bei den Höhen zu erwarten war. Es wurden sodann die Wahrscheinlichkeiten des Fallens der Fehler zwischen die Grenzen 0 und 0,1 m, 0,1—0,2 m u. s. w. nach der in Jordan, Handbuch der Vermessungskunde Bd. 1, 6. Aufl. Anhang S. [21] enthaltenen Tabelle bestimmt und der Übersichtlichkeit halber mit den wirklich gefundenen Werten auf Tafel 7a Fig. Ia und Ib graphisch aufgetragen. Ia gibt die negativen, Ib die positiven Werte.

Über die Genauigkeit der Höhenbestimmungen aus einfachen Meßbildern wird an Hand der Finsterwalderschen Tabellen im Vergleiche mit den hier gefundenen Werten kaum mehr ein Zweifel bestehen können. Anders verhält es sich jedoch mit den Fehlern der Horizontalpositionen. Die Höhenfehler lassen einen definitiven Aufschluß über die horizontale Lage des Punktes nur zu, wenn die Aufnahmestandorte einen großen Höhenunterschied aufweisen, und gleichzeitig das Objekt sich in annähernd gleicher Entfernung von den Aufnahmestandorten befindet. Dabei muß ferner vorausgesetzt werden, daß das Verhältnis der Entfernung des Objektes von den Aufnahmestandorten zu der Entfernung der beiden Aufnahmeorte kein zu großes wird oder, was das Gleiche ist, der Punkt nicht zu nahe dem Horizonte beider Bilder liegt. Diese Höhenkontrolle schwindet mehr und mehr, je näher der Punkt dem Horizonte beider Bilder rückt.

Über die Horizontalposition eines Punktes wird im allgemeinen nur ein dritter Strahl Aufschluß geben können. Die Konstruktion aus zwei Strahlen kann zu den gröbsten Fehlern führen, ohne daß sich diese in der Höhenbestimmung auch nur im geringsten geltend machen. Aus den fehlerzeigenden Dreiecken ergab sich im Durchschnitte eine Unsicherheit der Punkte zwischen 0 und 10 m; größere Seitenlängen der fehlerzeigenden Dreiecke wie 2 mm kamen nur bei sehr schwer auffindbaren Punkten vor.

Zur besseren Beurteilung der Fehler der Horizontalpositionen wurden bei 500 Punkten (dem 1 Tausend entnommen) die Durchmesser der den fehlerzeigenden Dreiecken einbeschriebenen Kreise bestimmt. Unter Berücksichtigung der Strichstärke durch Addition von $^1/_{10}$ mm für alle Werte ergaben sich die Durchmesser in $^1/_{10}$ mm zu

Durchmesser	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anzahl	38	126	161	112	37	15	2	6	3

Das einfache arthm. Mittel ergibt 0,317 mm und dementsprechend den Koordinatenfehler eines Punktes zu $\pm$ 1,6 m. Benützen wir die auf S. 24 zu 1807 m berechnete mittlere Entfernung eines Punktes vom Aufnahmestandort zur Bildung eines mittleren Fehlers einer Horizontalvisur, so erhalten wir $\pm$ 3'. Allgemein kann der mittlere Koordinatenfehler eines aus 3 Strahlen konstruierten Punktes gleich $^1/_{1000}$ der mittleren Strahlenlänge angenommen werden [1]).

III. Stereoskopische Bildmessungen.

Die tief eingeschnittenen, von zerklüfteten Wänden umrahmten Kare des Wilden Kaisers waren ein dankbares Objekt für die einfache Bildmessung gewesen. Ihre Anwendung war dort vereinzelt erzwungen worden durch die Unmöglichkeit, den zur Verfügung stehenden Feldphototheodoliten auf einzelne wichtige, aber schwer zu ersteigende Standorte zu schaffen. Die stereoskopische Bildmessung sollte jedoch in gleichem Maße zu den Aufnahmearbeiten verwendet werden. Der westliche Zug des Wilden Kaisers bot auf Nord- und Südseite reichlich Gelegenheit hiezu, ebenso die Nordabstürze des Zahmen Kaisers. Im zentralen Teil ist Schneeloch und Steinerne Rinne nach Stereoaufnahmen konstruiert, deren Aufnahmeort Stripsenkopf, Tristeck und Feldberg gleichzeitig für eine zweite Serie von Stereoplattenpaaren diente, welche die südöstlichen Partien des Zahmen Kaisers umfassen. Im Wilden Kaiser ist der gesamte Zug vom Gipfel des Treffauer nach Westen bis zu den Ausläufern des Zetten Kaisers stereophotogrammetrisch aufgenommen. Stereoskopische Hilfsaufnahmen dienten ferner der Felszeichnung in

[1]) Vgl. Finsterwalder, Wiss. Erg.-Hefte z. Zt. d. D. u. Ö. A. V. 1897 S. 39.

einzelnen Abschnitten, deren konstruktive Bearbeitung nach einfacher Bildmessung vollzogen wurde.

Waren bei der erstmaligen Anwendung der Apparate auch nicht jene Genauigkeitsgrade erzielt worden, welche bei entsprechender Einarbeitung in das Meßverfahren sicher zu erreichen sind, so möchte ich doch nicht unterlassen, die Resultate mitzuteilen. Theoretische Untersuchungen sind in genügender Zahl vorhanden, fertig durchgeführte Anwendungen der stereoskopischen Bildmessung mit positiven Angaben über die erreichten Genauigkeitsgrade dagegen noch immer vereinzelt. Die Aufnahmen erfolgten mit verschiedenen Instrumenten, darunter befanden sich auch Apparate, die ihrer Anordnung nach nicht zu stereoskopischen Meßbildaufnahmen geeignet sind. Ihre Anwendung erfolgte hauptsächlich in Hinsicht auf eine eventuelle Verwendung bei Forschungsreisen, um zu erfahren, wieweit ihr Anwendungsbereich geht und welche Resultate zu erwarten sind. Die Resultate des Zeißschen Feldphototheodoliten als des geeignetsten Instrumentes für die stereoskopische Bildmessung seien zuerst behandelt.

Zur Einarbeitung in die Behandlungsweise des Instrumentes sowie zur Erzielung eines Überblicks über die zu erwartenden Fehlergrößen wurden einige Probeaufnahmen gemacht. Eine große Anzahl gut vermessener, leicht auffindbarer Objekte erleichterte die Arbeit. Den linken Basispunkt bildete der südwestliche Pfeiler des Observatoriums der Kgl. Technischen Hochschule; der rechte Punkt der ca. 150 m langen Basis war auf der Plattform der Meteorologischen Zentralstation gelegen. Die Messung der Basis ergab durch Triangulierung 152,785 m, die optische Distanzmessung mit der 3 m-Latte und der Meßschraube in Hin- und Rückmessung 153,022 bezw. 152,750 m. Aus der Triangulierung wurden rechnerisch die Abstände der Objekte von der Basis bestimmt und in Vergleich gebracht mit den Entfernungen des stereoskopischen Meßverfahrens. Zur Messung gelangten zwei Plattenpaare; die Berechnung der Abstände von der Basis erfolgte vermittelst eines 50 cm langen Rechenschiebers, welcher zu allen weiteren Abstandsberechnungen gleichfalls diente. Nachstehend die Ergebnisse:

	Abstand von der Basis				
	Triang.	I	diff.	II	diff.
St. Annakirche	1716,63	1716,4	— 0,2	1718,0	+ 1,4
Theatinerkirche	1033,53	1033,0	— 0,5	1033,0	— 0,5
Griechische Kirche	987,48	988,0	+ 0,5	987,0	— 0,5
Alter Rathausturm	1492,55	1493,0	+ 0,5	1492,5	0
Petersturm	1437,57	1438,0	— 0,4	1437,0	— 0,5
Nördlicher Frauenturm	1132,50	1133,0	+ 0,5	1131,5	— 1,0
Haidhausen	2796,80	2800,0	+ 3,2	2800,0	+ 3,2

a) Feldarbeiten.

Die Arbeiten begannen mit einer Rekognoszierung zur Ermittlung der Standpunkte für die Aufnahmen der Nordabstürze des Zahmen Kaisers. Das vom Fuße der Felsen steil abfallende und dicht bewaldete Terrain nötigte zu großen Entfernungen. Nach der Karte waren die Fluren südlich von Niederndorf, die Umgebung von Aschau und der Sattel von Durchholzen ins Auge gefaßt worden. Zur Rekognoszierung verwendete ich eine Diopterboussole, eine photographische Kamera 9×12 (gleiches Objektiv wie der Feldphototheodolit) und etwas Pauspapier. Die Boussole diente zur Festlegung der Aufnahmerichtung und der benötigten Basis. Waren beide Endpunkte der Basis ausgewählt, was meistenteils eine mehr oder minder große Verschiebung der Aufnahmerichtung zur Folge hat, so wurde in jedem der Endpunkte der Basis eine Aufnahme in der vorgesehenen Richtung gemacht.

Eine Kontrolle für das richtige Übereinandergreifen der Aufnahmen der einzelnen Stationen unter sich ist unerläßlich. Zu diesem Zwecke wurde an Stelle der Mattscheibe eine gewöhnliche Glasplatte eingebracht, ein Stück Pauspapier aufgelegt und die Landschaft mit allen nötigen Einzelheiten eingezeichnet. Diese Skizze dient nicht nur als Kontrolle für das Übereinandergreifen der Aufnahmeräume, sie kann auch zum Eintrag der sichtbaren Kontrollpunkte oder allenfallsiger weiterer Stützpunkte dienen, welche bei den nachfolgenden Meßbildaufnahmen angezielt werden sollen. Bei Ingenieuraufnahmen, wo ein Ineinandergreifen von Meßbildaufnahmen, tachymetrischen und sonstigen Aufnahmeverfahren wohl selten zu vermeiden sein wird, in der Mehrzahl der Fälle sogar geboten erscheint, dürften derartige Skizzen nicht zu unterschätzende Vorteile bieten. Die

Skizzen werden vervollkommnet durch die photographischen Rekognoszierungsaufnahmen. Fallen diese Aufnahmen fort, wie dies in der Regel bei Forschungsreisen der Fall sein wird, so bilden die Skizzen im Felde den einzigen sicheren Anhaltspunkt über das in den Meßbildern wirklich enthaltene Gebiet. Ihre Herstellung erfordert nur wenige Mittel und geringer Zeitaufwand und lohnt sich wohl reichlich. Zu beachten ist ferner, daß wir es hier mit perspektivisch richtigen Ansichten der Natur zu tun haben, welche in gewissen Grenzen sogar zu konstruktiven Zwecken benützt werden können. Auf diese Art waren die Stationen in Niederndorf, Primau und Durchholzen festgelegt worden und die Standpunkte vorläufig markiert. Auf gleiche Weise wurde auch später die Rekognoszierung des Basisviereckes Hochleiten-Alpe vorgenommen.

Nach Auswahl der verschiedenen Standpunkte konnte mit den Aufnahmen begonnen werden. Wir können die Aufnahmearbeit unterscheiden in die topographischen Arbeiten zur Festlegung der Basisendpunkte im Rahmen des Aufnahmegebiets und die eigentlichen photographischen Aufnahmen. Es ist keineswegs erforderlich, diese topographischen Arbeiten vollständig zu erledigen, bevor an die photographische Aufnahme gegangen werden kann. Es gilt hier noch viel mehr wie bei der einfachen Bildmessung der Grundsatz „alle zu erledigenden Arbeiten auf einer Station haben sich der photographischen Aufnahme unterzuordnen“. Die Wirkungsweise und die Einrichtung aller hier in Betracht kommenden Instrumente und Zubehörteile kann als bekannt vorausgesetzt werden. Einige Bemerkungen über den Gebrauch der Instrumente im Felde sowie über die Brauchbarkeit verschiedener Hilfsmittel seien hier angeführt.

Für die Durchführung der Arbeiten kam es mir sehr zu statten, fachmännisch gebildete Hilfskräfte zu haben, welche aus eigenem Interesse an den Vermessungsarbeiten teilnahmen. So wurde mir mancher Umweg und viel Zeit erspart durch eigene sachgemäße Entscheidung der auf den Endpunkten verteilten Beobachter. Trotzdem erwies es sich häufig nötig, mit den verschiedenen Gruppen in Verbindung zu treten. Für den Anruf haben sich akustische Signale sehr gut bewährt. Zur weiteren Verständigung bedienten wir uns einzelner Flaggensignale, deren

Bedeutung auf Merkzetteln niedergelegt war. Für Vermessungssektionen, die zu längerer Arbeit ausrücken, dürfte sich die Erlernung des Morsealphabetes oder noch besser des Winkerflaggenalphabetes der Armee eignen.

Gründliche Sorgfalt verlangt, wie alle weiteren Arbeiten bei stereoskopischen Aufnahmen bereits die Aufstellung der Stative. Ein Einsinken oder eine Verschiebung derselben während der photographischen Aufnahme muß unter allen Umständen vermieden werden. Die Brauchbarkeit der Plattenpaare ist sonst in Frage gestellt. Man achte auch auf die Senkrechtstellung der Zielspitzen, welche zu dem gleichen Fehler der Verschwenkung Anlaß geben, wie sie eine Verschiebung der Stative hervorruft. Besondere Sorgfalt ist ebenfalls bei Umsetzung des Theodoliten anzuwenden. Zur besseren Standfestigkeit bei windigem Wetter fülle man die an den Stativen zu diesem Zwecke angebrachten Beutel mit Steinen. Sehr gut bewährt hat sich ein von Finsterwalder angegebenes Verfahren. Es werden zwei Schnüre kreuzweise über das Stativ gespannt und die Enden mit Steinen beschwert. Aufstellung der Stative auf gefrorenem Rasen führt zu sehr unliebsamen Überraschungen. Auch das Verziehen der sonnenbeschienenen Stativfüße wird sich bei sehr kurzen Basislängen fühlbar machen und Verschwenkungsfehler hervorrufen. Der Standfestigkeit der Stative bei Benützung einer kurzen Basis muß erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Schon Verschiebungen um Bruchteile eines Millimeters rufen hier erhebliche Verschwenkungsfehler hervor. Stereoskopische Aufnahmen auf Gletschern werden wohl nur ausnahmsweise durchgeführt werden können. Auf alle Fälle ist der Bewegung des Eises und den daraus resultierenden Verschwenkungsfehlern Rechnung zu tragen. Die endgültig aufgestellten Stative stellen die Basisendpunkte dar und können verpflockt oder sonstwie kenntlich gemacht werden. Die Anknüpfung dieser Punkte an ein vorhandenes Netz mit allen dazu gehörigen Arbeiten kann hier übergangen werden.

Wichtiger und für das Ergebnis der Bildmessung direkt in Frage kommend ist die Bestimmung der Basislänge. Wir können die Basislänge erhalten 1. aus der Triangulierung, 2. durch direkte Messung, und hier wieder durch Messung mit dem Bandmaße, dem Meßdrahte oder 3. durch optische Distanzmessung.

Die Ableitung der Basis aus der Triangulierung dürfte wohl nur bei sehr großen Basislängen in Betracht zu ziehen sein. Die direkte Messung der ganzen Länge oder die Vergrößerung aus einem gemessenen Abschnitte wird die Regel bilden. Die optische Messung, als die bequemste Methode, wäre hier wieder anzustreben. Es fragt sich nun, welche Genauigkeit muß bei der Messung der Basis erreicht werden. Wir wissen, daß der Fehler der Basis im Verhältnis Basislänge zum Abstand des Objektes von der Basis auf den Abstand des Punktes übergeht. Sollen die Abstandsfehler bei den vorliegenden Vermessungen in Einklang stehen mit den durch anderweitige Aufnahmen erhaltenen Fehlern, so ersehen wir aus der von Seliger[1]) errechneten Tabelle für Basislängen, daß bei Entfernungen zwischen 1000 und 5000 m die Basis bereits beträchtliche Längen annimmt. Für den Maßstab 1 : 10000 und 127 mm Brennweite dürfte (Basislänge) B = A/10 Abstand des Punktes brauchbare Resultate liefern. Der Fehler der Basis wäre als mit dem 10fachen Betrage in den Fehler des Punktabstandes einzusetzen. Seliger verlangt als Fehler der Basis $\frac{1}{10000}$ der Entfernung des Punktes. Nehmen wir z. B. A = 1000 m und den Entfernungsfehler, der nicht überschritten werden soll, = 1 m, so ergibt sich B = 80 m[2]). Diese 80 m müßten also auf 1 cm genau gemessen werden. In der Ebene ist diese Genauigkeit mit geeigneten Mitteln wohl zu erreichen, im eigentlichen Hochgebirge jedoch ohne besondere Vorrichtungen als ausgeschlossen zu bezeichnen. Allerdings dürfte die Forderung, den Fehler der Basis = $\frac{1}{100000}$ der Entfernung zu nehmen, für topographische Arbeiten im Hochgebirge schon zu streng sein.

Vermag nun die optische Distanzmessung diesen Forderungen Genüge zu leisten? Welcher Genauigkeit die Fadendistanzmessung fähig ist, zeigt Jordan, Handb. f. Verm.-Wesen, 6. Aufl., S. 722, Bd. 2, praktische Versuchsreihen geben Helmert, Z. f. Verm. 1874, S. 325—334 und Stammbach, Z. f. Verm. 1875, S. 183—188, v. Hübl bemerkt hierzu[3]): „Längen von 100—200 m können unter günstigen Verhältnissen, d. h. mit feststehender Latte und bei guter Beleuchtung auf 1/1000 genau

[1]) Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis. I. Teil. Berlin 1911. S. 157.
[2]) l. c. Tabelle 190. S. 157.
[3]) Mitt. d. k. u. k. Milit.-Geogr. Inst. Bd. 16 1896.

gemessen werden. Daher . . . . .“ Nun sind durch Anordnung der horizontalen Meßlatte mit fester Unterstützung und ganz besonders der verbesserten Zielvorrichtungen von vorneherein günstigere Bedingungen für die Beobachtung geschaffen worden. Allzu große Steigerung der Genauigkeit kann hierdurch nicht erwartet werden, die Vergrößerung des Fernrohres ist speziell beim Reisetheodoliten eben doch noch zu gering. Seliger kommt zu dem Schlusse: „im allgemeinen läßt sich sagen, daß der Basismeßapparat, bestehend aus Meßschraube, Fernrohr und Latte, noch verbesserungsbedürftig ist“. Im Gegensatz hierzu stehen die Ausführungen von Truck[1]), welcher Genauigkeiten bei der Basismessung erhält, deren Werte zwischen $^1/_{6600}$ bis $^1/_{2800}$ schwanken. Truck nimmt allerdings nur Basislängen bis zu 70 m. Wenn Seliger weiter den Rat gibt, eine Basis nur dann mit der Meßschraube zu messen, wenn deren Länge 30 m nicht erheblich übersteigt, so fallen die Vorteile der optischen Messung überhaupt weg. Basislängen bis zu 30 m werden ohne Zweifel mit dem Meßbande ebenso rasch und ebenso sicher gemessen und es entfällt das Gewicht der Latte. Die Zeitersparnis durch Anwendung der Meßschraube beginnt erst bei einer Basislänge = einem Vielfachen der gewöhnlich benützten Meßbandlängen. Mit der 1 m-Latte dürfte dies Ziel vorläufig nicht erreicht werden, ohne an Genauigkeit einzubüßen, zumal die günstigsten Bedingungen im Felde, gute Beleuchtung und absolut ruhiger Stand der Latte, nicht immer zu erreichen sein werden.

Für die photographischen Arbeiten mache man es sich zur Regel, nach einem bestimmten Schema zu arbeiten, da sonst leicht Handgriffe unterlassen werden, welche ein Gelingen der Aufnahme in Frage stellen. Berichtigungen irgendwelcher Art können an dem Instrumente nur in gut ausgerüsteten, mit speziellen Hilfsmitteln versehenen Laboratorien vorgenommen werden. Man achte also auf gute Behandlung der Instrumente selbst im schwierigsten Terrain. Die Weglassung aller Stellschrauben und deren Ersatz durch metallisches Aufeinanderpassen der einzelnen Teile mag in der Werkstätte bei Justierung des Instrumentes erhebliche Schwierigkeiten bereiten; für die Praxis bewährt sich diese Anordnung. Veränderungen irgendwelcher

[1]) Zt. f. Verm. 1907. S. 470—474.

Art konnten bis jetzt an dem Instrumente nicht beobachtet werden.

Die stereoskopische Meßmethode benötigt noch mehr wie die einfache Bildmessung tadellos klare Negative zur Ausmessung im Komparator. Diese sind ohne besondere Schwierigkeiten sehr wohl zu erreichen, wobei das bereits bei der einfachen Bildmessung Gesagte gelten mag. Von den Zubehörteilen des Instrumentes beanspruchen noch die gebräuchlichen Kassetten unser Interesse. Dem Instrumente des Mathematischen Instituts ist eine Magazinwechselkassette für 20 Platten beigegeben. Durch eine zweite sehr sinnreich eingerichtete Kassette werden der ersteren die Platten einzeln entnommen und im Instrumente belichtet. Mit Ausnahme einer Störung bei der ersten Aufnahme in Niederndorf, welche den Verlust einiger Spiegelglasplatten zur Folge hatte, gelangen später alle Wechslungen. Die Brauchbarkeit in der Praxis dürfte erwiesen sein. Die Kassetten sind jedoch sehr schwer und haben speziell bei größeren Reisen den bedeutenden Nachteil, daß bei Unbrauchbarkeit auch nur eines Teiles die weiteren Aufnahmearbeiten unmöglich werden. Einfache Doppelkassetten sind wohl zweckentsprechender. Bei leichterem Gewichte bedeutet auch der Verlust einer Kassette keine empfindliche Störung des Fortganges der Arbeiten. Für die Numerierung und Zählung der vorhandenen unbelichteten und belichteten Platten hat Pulfrich Erleichterungen durch Anbringung teils mechanischer, teils mit der Hand zu betätigender Zählvorrichtungen geschaffen. So begrüßenswert die Bezifferung der Platten und die Abwälzung verschiedener Aufschreibungen auf instrumentelle Vorrichtungen sein mag, so ist zu bedenken, daß ein Zuviel in dieser Hinsicht leicht die Aufmerksamkeit von den wichtigsten Dingen auf diese nebensächlichen Arbeiten ablenken kann.

Gewöhnliche photographische Platten sind, wie bereits angeführt wurde, fast ausnahmslos nach einer Seite durchgebogen. Die Fehler, welche durch diese Vergrößerung der Bildweite entstehen, sind nicht unerheblich. Glücklicherweise sind die entstehenden Fehler in den Abszissen und Ordinaten in der Mitte der Platte, wo die Vergrößerung der Bildweite ihr Maximum erreicht, nur gering, nehmen jedoch gegen den Rand hin zu, obwohl dort die Platte von der Ebene weniger ab-

weicht. Im allgemeinen bewegen sich bei 9 × 12 Platten die Abweichungen der Platten von der Ebene zwischen 0,2 und 0,3 mm. Fuchs gibt eine einfache Vorrichtung an[1]), mittels deren die Abweichungen der Bildweite bestimmt und die Kurven gleicher Korrektionen für Abszissen und Ordinaten aufgestellt werden können. Für die stereoskopische Bildmessung kommen nicht die Abszissen selbst, sondern nur deren Differenzen in Betracht. Nun entstehen die Abbildungen der Objekte auf beiden Platten in angenähert gleichen Abschnitten. Bei Arbeiten mit kleinen Parallaxen wird der Fehler in den meisten Fällen unter $^1/_{100}$ mm bleiben; bei großen Parallaxen wird der hervorgerufene Abstandsfehler nur ein geringer sein. Diese Unzuträglichkeiten können bis zu einem gewissen Grade vermieden werden durch die Anwendung von Spiegelglasplatten. Ganz ausgeschaltet sind diese Fehler auch hier nicht. Gelangen Staubteile oder Glassplitter von den Platten zwischen Anlegerahmen und Schicht, so entstehen die größten Abszissenfehler an den Rändern und diese Fehler müssen mit ihrem vollen Betrag auf die Parallaxe übertragen werden, soferne die zugehörige zweite Platte eben war, und auf dem Anlegerahmen vollständig aufgelegen hat. Im Komparator macht sich die verschieden große Durchbiegung der Platten, sowie das unvollkommene Anlegen am Anlegerahmen durch Unterschiede in der Entfernung der Einstellmarken bemerkbar. Die Aufnahmen im Kaisergebirge sind ausschließlich auf gewöhnlichen Platten hergestellt. Für die Aufnahmen bei Niederndorf, Durchholzen und Primau waren zwar Spiegelglasplatten vorgesehen, wurden jedoch durch ein Versagen der Wechselkassette unbrauchbar. Für die Aufnahmen im Wilden Kaiser erfolgte die Lieferung der nicht auf Lager gehaltenen Platten zu spät. Man sehe sich daher beizeiten vor. Für das Finsterwaldersche Instrument lassen sich Spiegelglasplatten ihrer größeren Stärke wegen nicht verwenden.

b) Ausarbeitung.

Beanspruchen die stereoskopischen Aufnahmen im Felde meist nicht unerheblich größeren Aufwand an Zeit, so wird dieser Nachteil doch reichlich wettgemacht durch die raschere

[1]) Intern. Arch. f. Photogrammetrie I, 2, S. 112 f.

Hausarbeit. Das Fünffache der mit einer Hilfskraft bewältigten Anzahl von Punkten nach einfacher Bildmessung kann bei stereoskopischen Aufnahmen von einem Einzelnen bewältigt werden. Schon beim Aufsuchen der Punkte wird erheblich an Zeit gespart. Jeder in beiden Bildern enthaltene Punkt ist ohne weiteres der Messung zugänglich. Für die Zeichnung gestattet das räumlich in die Tiefe gegliederte Bild einen erhöhten Einblick in die Terrainformen und eng damit verknüpft die Möglichkeit, die Formen durch naturtreuere Kurven auch naturähnlicher darzustellen.

Der zur Ausmessung der Stereoaufnahmen dienende Stereokomparator ist hinsichtlich seiner Wirkungsweise und Einrichtung als bekannt vorauszusetzen, weshalb gleich zu den Ergebnissen der Aufnahmen übergegangen werden kann[1]).

Wir wissen, daß die Genauigkeit des Abstandes eines Punktes von der Basis abhängig ist, von der Genauigkeit, mit welcher die Parallaxe des Punktes gemessen wurde. Dabei seien fehlerfreie normale stereoskopische Aufnahmen vorausgesetzt. Diese Genauigkeit ist abhängig von der Güte der Bilder und der Feinheit der Platten, ganz besonders aber von der Fähigkeit des Beobachters, stereoskopisch zu sehen. Aus der Reihe meiner eigenen Beobachtungen, sowie aus Versuchen, welche ich im Laufe der Arbeiten mit einer Reihe von Personen durchführte, ergab sich, daß 0,01 mm sowohl im monokularen wie stereoskopischen Einstellen mit Sicherheit erreicht wird. Bruchteile in $^1/_{100}$ mm können von besonders für stereoskopisches Sehen befähigten Personen wohl noch erreicht werden[2]). Die Tatsache der Erzielung einer bis auf $^1/_{100}$ mm genauen Parallaxe auch im monokularen Einstellen dürfte von Wert sein mit Hinsicht auf die mechanischen Auftrageapparate, welche die Ausmessung von Aufnahmen mit beliebig gerichteten Achsen gestatten. Mit Rücksicht auf die weitere rechnerische und zeichnerische Auswertung der gemessenen Parallaxen können wir unterscheiden

1. die Ausmessung nach gleichen Parallaxen, d. h. gleichen Abständen der gemessenen Punkte von der Basis und

[1]) Eine übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Literatur findet sich in Pulfrich, Stereoskopisches Sehen und Messen. Jena 1911. S. 29.

[2]) Vgl. Seliger l. c. S. 128.

damit verknüpft die Differenzmessungen für geringe Änderungen dieser Abstände,

2. das Messen nach Lotebenen durch den Aufnahmestandpunkt und
3. das Messen einzelner Punkte.

Die erste Methode, welche darauf beruht, die Meßmarke bei einmal eingestellter Parallaxe längs des Schnittes einer zur Basis parallelen Lotebene durch die Landschaft zu führen, eignet sich wohl am besten für die Ausmessung von Objekten ohne markante Punkte, z. B. Wiesen- und Wolkenaufnahmen, der Bewegung des Wassers u. s. w. Hier ist das unbestrittene Gebiet der stereoskopischen Bildmessung, ja man kann sagen, die feinere Messung derartiger Objekte, wurde durch die Anwendung des Stereokomparators erst ermöglicht. Keine andere Methode wird hier zum Ziele führen. Die Vorlage einwandfreier Vergleichsaufnahmen ein und desselben Objekts wäre auch hier erwünscht. Bezüglich des Messens mit der Okularmikrometerschraube wäre zu sagen, daß die Ausarbeitung der erhaltenen Abstandsdifferenzen wohl ebenso viel Zeit in Anspruch nimmt, wie die Neueinstellung des Komparators auf den zu messenden Punkt und die hieran geknüpften Auftragsarbeiten. Eine wesentlich größere Genauigkeit wird ohnedies durch die Differenzmessung nur erreicht, wenn als Ausgangspunkt ein benachbarter trigonometrischer Punkt genommen werden kann, da andernfalls der Ausgangspunkt mit den Fehlern der am Komparator nur auf $^1/_{100}$ mm genau einzustellenden Parallaxe behaftet ist.

Das Messen nach Lotebenen durch den Aufnahmestandpunkt dürfte bei Objekten, deren Tiefenausdehnung in der Sehrichtung ihre Breite übertrifft, der Messung nach gleichen Parallaxen vorzuziehen sein. Diese Methode wurde in ihrer typischen Form angewendet bei der Ausmessung der tief eingeschnittenen Steinernen Rinne und dem engen Kare des Hohen Winkels.

Weitaus die Mehrzahl der Punkte wurde durch Einzelmessung bestimmt. Bei dem Entwurfe der Geripplinien für ein Felsgebirge werden in erster Linie die Spitzen der Türme und Gipfel, die Scharten, die Fußpunkte der Schluchten und Grate, die Hauptstützpunkte der Linienführung sein. Ebensowenig, wie der Architekt irgend einen Punkt in einer Wandfläche eines Hauses messen wird, um von hier aus durch Interpolation die Lage der

Hauskante oder einer Fensterbrüstung im Grund und Aufriß zu bestimmen, ebensowenig kann sich der Topograph mit der Kenntnis der Lage eines Punktes auf einem Grate oder in einer Schlucht zufrieden geben, Punkte, wie sie die Messung nach gleichen Parallaxen liefern würde. Durch die Einzelmessung der Punkte jedoch wird die Leistung der stereoskopischen Bildmessung erheblich herabgedrückt.

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse der Aufnahmen im Basisdreieck Durchholzen. Es wurde sowohl nach Diapositiven, wie auch nach Negativen gemessen und die erhaltenen Resultate ohne Vornahme von Kontrollmessungen auf Tafel 7a Fig. II—V aufgetragen[1]).

Die Figuren II—V geben daher gleichzeitig einen Überblick über die zu erwartenden Fehlmessungen. Für die Verwendung der erhaltenen Punkte auf der Karte wurden Nachmessungen vorgenommen und die auf der Figurentafel 7a absichtlich mit eingetragenen Fehlmessungen dadurch ausgeschaltet. Fehler, wie sie etwa die Punkte 12 und 54 der Figur II, 37 der Figur III und die beiden nicht bezifferten Punkte der Figur IV aufweisen, würden sich beim Einzeichnen der Geripplinien und in noch stärkerem Maße beim Entwurfe der Schichtlinien geltend machen. Es ist gerade durch das Schichtlegen eine Kontrolle für die Richtigkeit der Horizontalpositionen und mithin auch der Messungen am Stereokomparator gegeben. Das Messen nach Diapositiven wäre nicht notwendig gewesen, da die erhaltenen Negative sämtlich sehr gut sind. Wenn die Diapositive zur Messung herangezogen wurden, geschah dies lediglich zu dem Zweck, die Unterschiede beider Messungsarten kennen zu lernen. In den Resultaten sind gleichzeitig die Fehler enthalten, welche durch die notgedrungene Anwendung gewöhnlicher Platten hervorgerufen werden, ebenso die Ungenauigkeiten durch die Anwendung eines 50 cm langen Rechenschiebers zur rechnerischen Auswertung der Komparatordaten. Eine weitere Fehlerquelle bildet die Herstellung der Diapositive auf nicht ganz ebenen Platten. Zu erwähnen sind ferner die Abweichungen, hervorgerufen durch die benützten Zeichen- und Auftragsmaterialien. Verwendet wurden die von der Firma Zeiß angegebenen Hilfsmittel für die

[1]) Für Unterstützung bei der zeichnerischen Ausführung bin ich Reg.-Bmstr. F. Schneider zu Dank verpflichtet.

Kartierung bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen[1]). Schließlich sind beim Zusammenpassen der einzelnen Blätter für Reproduktionszwecke Fehler nicht zu vermeiden gewesen.

Die Anwendung gewöhnlicher Platten hatte zur Folge, daß der Versuch keineswegs diejenigen Genauigkeitsgrade lieferte, welche bei der Verwendung von Spiegelglasplatten und einem genügenden Vertrautsein mit allen einschlägigen Arbeiten im Felde erreicht werden können. Wenn sich der Verfasser trotzdem dazu entschlossen hat, die Versuche, welche im Jahre 1908 unternommen wurden, jetzt noch zu veröffentlichen, so gab hierzu die Tatsache Veranlassung, daß bis auf den heutigen Tag keinerlei Ergebnisse über die erreichbaren und erreichten Genauigkeitsgrade für die stereoskopischen Bildmessungen bekannt wurden, die sich auf praktische Versuche im Felde stützen. Daß eine derartige Veröffentlichung schon lange notwendig war, beweist wohl der Antrag A. Tichys an die Sektion Österreich der Intern. Ges. f. Photogramm.[2]).

Das Basisdreieck konnte auf dem Sattel von Durchholzen mit nahezu gleicher Höhe der Basispunkte angeordnet werden. (Vgl. Tafel 7a, Fig. VIIb.) Zu beachten ist, daß die Figur irrtümlicherweise spiegelbildlich zur Nordsüdrichtung aufgetragen wurde. Der Dreieckschlußfehler beträgt —12". Die Länge der Seiten ist abgeleitet aus der Triangulierung, sowie aus einem senkrecht zur Basis 1—3 direkt gemessenen Abschnitt von 93,179 m. Für den Vergleich der dreierlei stereoskopischen Messungen kommt hier die Kenntnis der absoluten Seitenlängen nicht in Betracht. Fehler in den Seitenlängen würden sich nur proportional auf die errechneten Abstände der Punkte von den einzelnen Basislinien übertragen. Notwendig für die Aufnahme des Gebietes waren nur die Basislinien II und III. Nachdem jedoch das Dreieck vollständig gemessen werden mußte, legte ich auch die Seite 3—1 als Basis einer stereoskopischen Aufnahme zugrunde.

Um zu einem Vergleich der Messungen zu gelangen, war es nötig, auf allen drei Plattenpaaren identische Punkte aufzusuchen, auszumessen und aufzutragen. Einwandfrei und ohne Verwechslungen befürchten zu müssen, konnte dies nur geschehen, wenn alle drei Platten gleichzeitig im Komparator betrachtet wurden. Nun ist

[1]) Vgl. Pulfrich, Intern. Arch. f. Phot. Bd. 2, H. 2. 1910. S. 75.
[2]) Vgl. Int. Arch. f. Phot. Bd. II. H. 4. 1911. S. 315.

das Modell B des Komparators nur für Platten bis 13×18 eingerichtet und es hätten somit nur zwei Plattenpaare gleichzeitig eingespannt werden können. Um drei Plattenpaare einspannen zu können, wurden die Einstellmarken aus der Hauptvertikalen in eine beliebige Horizontale unter Zuhilfenahme des Komparators verlegt. Der für die Messungen wertlose Vordergrund konnte von den Diapositiven abgeschnitten werden. Die so erhaltenen Bilder wurden auf Spiegelglasplatten mit Paraffin aufgekittet. Als Ausgangspunkt für die Parallaxenmessung diente die noch erhaltene obere Marke in der Hauptvertikalen. Bei den neueren Apparaten, welche drei Marken am unteren Rahmen aufweisen, fallen diese Notbehelfe ohne weiteres weg. Für den Aufnahmeapparat bedeutet dies auch insofern eine Vereinfachung, als der zur Belichtung der oberen Rahmenmarke dienende Spiegel wegfällt.

Tafel 7a Figur II zeigt die erhaltenen Resultate der Messung aus Diapositiven. Mit Ausnahme der Punkte 12 und 57, deren große Differenzen auf Ablesungsfehler zurückzuführen sind (vgl. S. 37 Z. 11 v. o.), bewegen sich die Fehler in den Grenzen, welche auch für die einfache Bildmessung auf Distanzen von 1000—2000 m angenommen werden können. Der der Basis nächstgelegene Punkt 32 hat 2300 m, der entferntest gelegene Punkt 42 3600 m Abstand. Figur III gibt einen Vergleich über die Ausmessung der Plattenpaare der Basis I und III nach den aufgenommenen Negativen. Figur IV und V veranschaulichen die Abstände der aus den zusammengehörigen Diapositiv- und Negativ-Plattenpaaren gewonnenen Punkte aus der Basis I bezw. III. Die Abstandsrichtungen der einzelnen Punkte sind, wie aus den Bemerkungen zu den Figuren II bis V ersichtlich, gegeneinander unterschieden. Die Richtungsstrahlen von den Basisendpunkten wurden nur einmal gezeichnet, weil eine zeichnerische Unterscheidung der drei verschiedenen Richtungen nicht möglich war. Durch die Anwendung der 725 m langen Basis I gegenüber der nur halb so langen Basis III geht ein großer Teil des auf den Platten enthaltenen Terrainabschnittes für die stereoskopische Messung verloren. Für die Basis I beträgt der Verlust des auf den Bildern enthaltenen Terrains rund die Hälfte, für die Basis III dagegen nur $^1/_5$ [1]).

[1]) Vgl. Herz, „Über die Anwendung von großen Basen im stereophot. Verfahren". Int. Arch. f. Phot. Bd. I. H. 2. 1908. S. 11.

Wir wissen, daß die Abstandsfehler abhängig sind von der Basislänge einerseits und der Bildweite des verwendeten Instrumentes andererseits. Bei einem gegebenen Instrumente können wir die Abstandsfehler nur durch die Veränderung der Basislänge in bestimmten Grenzen halten. Abgesehen von dem Verlust eines Teiles der Platten für stereoskopische Zwecke bei Verwendung großer Basislängen, wird das nutzbare stereoskopische Feld in der Regel sehr bald begrenzt durch die Unsichtigkeit, ein Umstand, der besonders im Sommer in unseren Alpenländern Aufnahmen auf größere Entfernungen erheblich beeinflußt.

Vergleichen wir nun die so gefundenen Abstandsfehler mit den auf theoretischem Wege berechneten, so finden wir die Abstandsdifferenz $dA = \frac{A^2}{B \cdot f} \cdot da$[1]). Nehmen wir $da = 0{,}01$ mm und die mittlere Entfernung der Punkte von der zugehörigen Basis = 3000 m, so erhalten wir für die

Basis I: $dA = 1{,}0$ m

„ III: $dA =$ rund 2,0 m.

Im allgemeinen halten sich die gefundenen Abstandsfehler im 2—4fachen Betrag der berechneten, doch kommen auch Abweichungen bis zum 10fachen Betrag vor (bei Punkt 42, 16, 11 und 8). Die Differenz bei Punkt 37 in Fig. III ist sicher durch einen Ablesefehler entstanden. Aus der Zusammenstellung von Diapositiven und Negativen einer Basis läßt sich eine besondere Regelmäßigkeit in den Abweichungen nicht erkennen. (Vgl. Fig. IV und V.)

Tafel 7a, Fig. VIIId stellt die Ergebnisse der Kontrollmessung des Plattenpaares der Station Primau nach 9 Punkten dar. Die Basis ist aus der Triangulierung mit 672,05 m Länge abgeleitet worden. Die Höhendifferenz der beiden Endpunkte beträgt rund 10 m. Die Entfernung der daraus bestimmten Punkte schwankt zwischen 2700 und 3600 m und beträgt in der Mehrzahl der Fälle über 3000 m. Die Kontrollpunkte sind mit Ausnahme des trigonometrischen Punktes Stm (Karlkopf) durch Bildmessung aus den Punkten Niederndorf-Ost und Durchholzen 3 bestimmt worden und sind deshalb mit den Fehlern dieser Mes-

[1]) Vgl. v. Hübl, Die Stereophotogrammetrie, Mitt. d. K. u. K. Milit. Geogr. Inst. Bd. 22. 1902. S. 151.

sung behaftet. Der stereoskopische Sehstrahl aus dem Punkt Primau-Ost bildet eine weitere Kontrolle für die Lage des Punktes nach einfacher Bildmessung. Der Richtungsstrahl aus dem linken Basisendpunkt für alle Punkte der Figur VIII a, b, c u. d ist durch einen einfachen Haken gekennzeichnet. Die Abstandslinie dagegen ist durchkreuzt. Erwähnenswert ist, daß Punkt 235 eine Kontrolle für die Richtigkeit der Meßbandzüge auf dem Plateau des Zahmen Kaisers ergab[1]).

Die Kontrollpunkte lassen auf den Originalblättern Abstandsdifferenzen bis zu 10 m erkennen. In der Reproduktion des Figurenblattes gingen diese Feinheiten der Darstellung zum Teil verloren. Bei der großen Länge der Basis konnten die Abweichungen aus der Triangulierung und die damit verknüpften Fehler ihrer Länge keinen besonderen Einfluß auf die Abstandsfehler der Punkte gewinnen.

Figur VIII c gibt eine Anzahl von Kontrollpunkten der Aufnahmen des Basisvierecks Hochleitenalpe. Die gewonnenen Plattenpaare dienten der Bearbeitung der Nordwände und Kare des Wilden Kaisers, vom Totenkirchl bis zu den westlichsten Ausläufern des Zetten Kaisers. Es dürfte erwünscht sein, nähere Angaben hierüber zu erhalten.

Figur VII a gibt die Anlage des Vierecks. Direkt gemessen wurde die Entfernung 2—4 mittelst Drahtes in 6 Abschnitten durch Hin- und Rückmessung. Die Länge des Drahtes betrug 46,536 m bei 10 kg Belastung, wobei ein Stahldraht von 1 mm Durchmesser verwendet wurde. Der Vollständigkeit wegen seien hier die Ergebnisse tabellarisch angeführt.

	W—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—0
1	L — 0,472	L — 0,402	L — 19,420	L — 8,215	0 8,102	L — 0,161	L — 12,323
2	0,475	0,401	19,420	8,215	8,102	0,161	12,324
3	0,486	0,415	19,421	8,215	0,102	0,163	12,320
4	0,487	0,414	19,421	8,213	0,102	0,161	12,320
Mittel	0,480	0,408	19,420	8,215	8,102	0,161	12,322
ab. Länge	46,056	0,128	27,116	38,321	8,102	46,375	34,214

[1]) Vgl. Mitt. d. Geogr. Ges. München Bd. 6. H. 3.

Länge der gemessenen Strecke	247,316 m
Reduktion auf die Horizontale	243,203 m
Reduktion auf Meeresniveau	0,038 m
Absolute Länge	243,165 m.

Die Tabelle gibt in 1 und 2 die Messung von West nach Ost und in 3 und 4 die Rückmessung der einzelnen Abschnitte von Ost nach West. Die einzelnen Abschnitte waren durch Pflöcke mit Nägeln gekennzeichnet. Der Höhenunterschied zwischen westlichem und östlichem Endpunkt beträgt 31,19 m. In jedem der vier Basisendpunkte wurden zwei vollständige Richtungssätze mit dem Feldphototheodoliten gemessen und gleichzeitig auch die Höhenmessung und die Anschlußmessung an das Netz vorgenommen. Die Dreieck-Schlußfehler betrugen

im Dreieck	1, 3, 4	− 10″
„ „	1, 2, 4	+ 30″
„ „	2, 3, 4	+ 40″
„ „	1, 2, 3	0″.

Bemerkt sei, daß nur drei Stative vorhanden waren und der vierte Punkt für die Winkelmessungen durch eine Latte signalisiert werden mußte. Die Untergrundverhältnisse waren denkbar ungünstig. Auf dem Punkt 1 erforderte die sichere Aufstellung des Stativs 2 Stunden Zeit; zudem sind die Höhenunterschiede 4—3 mit 146,2 m und 1—3 mit 115 m ganz beträchtlich.

Schlechtes, regnerisches Wetter war die Veranlassung der Verteilung der Aufnahmearbeiten auf zwei Tage und hatte für die aus der Basis 1—2 und 1 3 aufgenommene Bilder überdies zur Folge, daß die Gipfel infolge einer bis zu 2000 m herabhängenden Wolkendecke auf den Bildern nicht sichtbar sind. Es mußten auch hier Kontrollpunkte durch einfache Bildmessung geschaffen werden, wozu die Aufnahmen auf den Standpunkten 48, 96 und 120 benutzt wurden. Das Plattenpaar der Basis 2—4 war am vorhergehenden Tage abends 6 Uhr bei bedecktem Himmel aufgenommen worden und lieferte im Komparator ein sehr gutes plastisches Bild. In Figur VIIIc geben die Punkte V, IV, II und I die Resultate der Kontrollen der Basis 1—2 Der rechnerisch zu erwartende Abstandsfehler dA beträgt für eine mittlere Entfernung von 3000 m 0,8 m. Für die Basis 1—3 dienten die beiden Punkte VI und III als Kontrolle. Dem

Plattenpaare 1—3 sind nur 50 Punkte entnommen, welche in einer mittleren Entfernung von 2500 m gelegen sind. Der zu erwartende Abstandsfehler beträgt unter Annahme einer erreichbaren Parallaxengenauigkeit von 0,01 mm rund 1,2 m.

Für die Basis 2—4 war es möglich, trigonometrische Punkte für die Kontrollmessung zu benützen, wobei sich folgende Werte ergaben:

	Gamskarköpfel	Vord. Karlspitze	Totenkirchl	Gamshalt	Kleine Halt
Triangulierung:	3206	5207	3823	4379	4012
Stereoskopische Messung:	3204	5210	3827	4390	3980

Die berechneten Abstandsfehler betragen für:

2000 m = 1,3 m 4000 m = 5,1 m
3000 „ = 2,9 „ 5000 „ = 8,0 „.

Die Ergebnisse der Tabelle bieten nichts Bemerkenswertes. Das Resultat bei Vord. Karlspitze dürfte als ein zufälliges zu bezeichnen sein. Eine auffallende Abweichung zeigt nur der Punkt Kleine Halt mit dem 6fachen Betrag des errechneten Abstandsfehlers. Wiederholte Nachmessungen mit dem Komparator ergaben die gleichen Werte. Eine Klärung ergab sich erst durch Besteigung der Kleinen Halt anläßlich der Aufnahme der Westwand des Totenkirchls und der Karlsspitzen. Es zeigte sich nämlich, daß das auf dem Punkt Kleine Halt errichtete Signal etwa 20—30 m von demjenigen Punkt absteht, der von der Hochleitenalpe als höchster Punkt des Gipfels sichtbar ist. Aus dieser Erfahrung muß der Schluß gezogen werden, daß als Kontrollpunkte für die stereoskopische Messung nur einwandfrei sichtbare Signale genommen werden und Gipfelpunkte nur dann angezielt werden dürfen, wenn Gewähr dafür vorhanden ist, daß sie gegen das Signal um nicht mehr als 1—2 m verschoben liegen. Bei nicht signalisierten Firngipfeln z. B. dürfte eine sichere Entscheidung darüber, ob ein Punkt diesen Anforderungen genügt, nur in den seltensten Fällen zu treffen sein. Die späteren Aufnahmen auf dem Punkt Kleine Halt lieferten ein vorzügliches Material für die noch vorzunehmende Kontrolle der stereoskopischen Messungen aus der Basis 2—4 Hochleitenalpe. Eine weitere Kontrolle ergab sich aus dem Zusammenarbeiten mit den einfachen Meßbildern des Punktes Gamskarköpfl.

Der Punkt 2, Fig. VIII auf Tafel 7a liegt auf der Ecke eines Plattenabbruches in der Nordwestwand der Kleinen Halt. So konnte er einwandfrei auf den Bildern des Punktes Gamskarköpfl bestimmt werden, obwohl der Sehstrahl vom Punkt 4 Hochleitenalpe mit der Richtung Gamskarköpfl-Punkt 22 nahezu einen rechten Winkel bildet. Die Entfernung des Punktes 22 von der Basis Hochleitenalpe 2—4 beträgt 3850 m, von Gamskarköpfl nur 1100 m. Das zugehörige fehlerzeigende Dreieck verschwindet auf der Reproduktion beinahe vollständig in der Strichstärke. Auf dem Originalblatt zeigt sich eine Abstandsdifferenz von 8 m. Für die Entscheidung über die Frage, bis zu welcher Entfernung beispielsweise das Plattenpaar 2—4 zur Punktbestimmung benützt werden kann, ohne daß durch die Abstandsfehler zu große Fehler in den Höhen hervorgerufen werden, gehen wir von dem bei einem bestimmten Abstandsfehler dA entstehenden Höhenfehler dH aus. Es ist:

$$dH = dA \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$= dA \cdot \frac{y}{f}.$$

Der Höhenfehler wird also abhängen von den Ordinaten und dem Abstandsfehler[1]). Die Ordinaten schwanken für die geringen Entfernungen zwischen -10 und $+40$ mm, für die großen Entfernungen zwischen $+10$ und $+30$ mm. Die sich ergebenden Höhenfehler liegen für alle Entfernungen zwischen 0,4 und 2,1 m. Soll ein Höhenfehler von 1,7 m noch zugelassen werden, so ergibt sich ein zulässiger Abstandsfehler von 6,8 m und hieraus der zulässige Höchstabstand der Punkte von der Basis zu 4500 m.

Die Höhenmessung aus beiden Basisendpunkten kann über die Höhenfehler der Punkte keinen Aufschluß geben, wohl aber über die erzielbare Genauigkeit der Messungen mit dem Komparator. Es wurde bei 50 Punkten der Basis 2—4 neben der Ablesung der Ordinaten für den linken Basisendpunkt auch noch Differenzmessungen am rechten Bild vorgenommen. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen also die Genauigkeit der Differenzmessung nebst den Fehlern, welche aus der Berechnung der Höhen mit dem Rechenschieber entstehen. Aus den berechneten beiden Höhen wurde das einfache arithmetische Mittel gebildet, sowie die Ab-

[1]) Vgl. v. Hübl, „Beiträge zur Stereophotogrammetrie", Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr. Inst., Bd. 24, 1904, S. 178.

weichung der einzelnen Messung vom Mittel. Die Quadratsumme der Widersprüche beträgt 516 und der mittlere Fehler einer Höhenmessung 0,45 m. Die mittlere Entfernung der Punkte ist 3600 m, der mittlere Fehler pro km ergibt sich zu 0,127 m, was einem Winkelfehler von 26,3" entspricht. Rechnen wir den Winkelfehler auf den Ordinatenfehler bei einer Bildweite von 126,95 mm um, so ergibt sich $\pm 0{,}016$ mm.

Betrachten wir nun die Resultate der Arbeiten auf der Hochleitenalm so finden wir: Trotz ungünstiger Witterung gelang es mit Hilfe der stereoskopischen Bildmessung in 2 Tagen 5 qkm des schwierigsten Felsterrains in allen Einzelheiten so festzulegen, daß pro qkm ca. 100 gemessene Punkte entfallen, deren Höhenfehler zwischen 0 2,5 m liegen. Eine beliebige Steigerung der Anzahl der gemessenen Punkte bereitet keine Schwierigkeiten. Für die Ausarbeitung der Höhenschichtlinien bilden die stereoskopischen Bilder wesentlich bessere Anhaltspunkte. Das auf den 6 Platten enthaltene Vorterrain von ca. 6 qkm ist vorläufig nicht ausgenützt worden doch stehen einer Ausmessung dieses Teiles keine Hindernisse im Wege.

Den unverhältnismäßig größten Teil der zur Feldarbeit benötigten Zeit beanspruchte die Messung der 240 m langen Basis 2—4 und die Messungen zur Vergrößerung derselben auf 1—2 (885 m) bezw. 1—3 (441 m).

Eine vermehrte Anzahl von Hilfskräften für die Feldaufnahme ist erforderlich. Die Aufnahmen für einfache und teilweise auch für stereoskopische Bildmessungen mit dem Finsterwalderschen Instrumente konnten mit einer Hilfskraft durchgeführt werden. In vielen Fällen wurde sogar ohne Begleiter gearbeitet. Für den Transport des auf der Hochleitenalm verwendeten Instrumentes sind dagegen 3 Mann erforderlich. Das Hinaufschaffen des Instrumentes auf die schwieriger zu besteigenden Felsgipfel des Wilden Kaisers dürfte auch mit vermehrtem Personale noch ganz erhebliche Anstrengungen erfordern.

Für die Ausarbeitung der Bilder erwies sich das Fehlen einer Horizontmarke als Mißstand. Es mußte zu dem Umwege der Horizontbestimmung aus photogrammetrisch bestimmten Punkten gegriffen werden. Für Reiseinstrumente ist die Anbringung einer Horizontmarke zu fordern, da gerade hier nur die Höhe des Aufnahmestandortes bekannt sein dürfte bezw. bei

der Aufnahme bestimmt wird. Das Fehlen der Horizontmarke müßte sonst ersetzt werden durch die Messung einiger Höhenwinkel, also eine weitere Belastung mit Feldarbeit eintreten.

Nachdem die Resultate der Aufnahmen mit dem Zeißschen Feldphototheodoliten mitgeteilt sind, dürfte es wohl interessieren, auch einzelne Angaben über die stereoskopischen Aufnahmen mit dem Instrument des Geodätischen Institutes der K. Technischen Hochschule zu erhalten.

Auf dem Punkt Stripsenkopf, Feldberg und Tristeck waren die Aufnahmen so eingerichtet worden, daß auf der Basis Feldberg-Tristeck ein Plattenpaar senkrecht stand, während bei allen weiteren Rundaufnahmen die entsprechenden Plattenpaare parallele Achsrichtungen aufweisen. Die Basisendpunkte für die teils links teils rechts verschwenkten Plattenpaare wurden in unmittelbarer Nähe der trigonometrischen Punkte gewählt, so daß die Basislänge nahezu übereinstimmte mit den Entfernungen der trigonometrischen Punkte und die Verkürzung, bezw. Verlängerung in gleicher Richtung ohne weiteres gemessen werden konnte. Eine besondere Messung der Basis war daher nicht erforderlich und die auf den drei Punkten erfolgten Aufnahmen können als einfache Meßbildaufnahmen mit parallel gerichteten Achsen gelten.

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse des rechts verschwenkten Plattenpaares Feldberg-Tristeck, das zur Konstruktion der Punkte im Schneeloch und in der Steinernen Rinne diente. Die Länge der Basis F—T beträgt 669,58 m, der Ausrückungswinkel 45°, 4′ 45″. Als Kontrollpunkte dienten 4 Gipfel (sichtbare Steinmänner) und der durch einfache Bildmessung bestimmte Punkt 741. Nachstehend sind die erhaltenen Abstandsdifferenzen zusammengestellt.

			E.H.	G.H.	H.K.	H.Gh.	741
			m	m	m	m	m
Triangulierung:			3640,1	3356,0	2906,6	2575,5	2115
Stereoskopische Messung:	ohne Korrektur		3653,0	3366,0	2919,0	2575,5	2109
	mit Korrektur		3642,0	3356,0	2912,0	2572,0	

Zur Ermittlung der Korrekturdaten folgte ich den Angaben von v. Hübl[1]) und fand $\triangle$ B zu $-0{,}22$ m δf zu $+0{,}03$ mm.

Die Auswertung von Aufnahmen mit verschwenkten Achsrichtungen ist mehr oder weniger zeitraubend, je nachdem eine

[1]) Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr. Inst. Bd. 24, 904, S. 162.

Rechts- oder Linksverschwenkung vorliegt. Jedoch selbst bei den leichter zu bearbeitenden Linksverschwenkungen wird zum mindesten ebensoviel Zeit benötigt wie zur Konstruktion der Punkte aus einfachen Meßbildern. Bei den weitläufigen Rechnungen oder graphischen Konstruktionen können Fehler leicht unterlaufen. Dieser Umstand führt zur Anschauung, daß das Arbeiten mit verschwenkten Plattenpaaren tunlichst zu vermeiden ist, falls nicht Auftrageapparate zur Verfügung stehen, welche die Verarbeitung von Aufnahmen mit verschwenkten Plattenpaaren ebenso leicht gestatten wie die Ausarbeitung normaler stereoskopischer Aufnahmen.

Gelegentlich der Vorarbeiten zu einer Reise, deren Zweck die photogrammetrische Vermessung von Gletschern im Kaukasus war, wurden nun Versuche darüber angestellt, welche Genauigkeiten mit kürzeren Basislängen und dem vorhandenen Theodoliten des Alpenvereins zu erzielen wären, im Gegensatz also zu den größeren Basislängen, welche sich aus gerade vorhandenen trigonometrischen Punkten ergaben. Als Versuchsbasis diente dabei die bereits früher verwendete Entfernung Technische Hochschule-Meteorologische Zentralstation. Vorauszuschicken ist, daß das Instrument bei Umwechslung auf den Stativen nicht genau mit der Zielvorrichtung zentriert werden kann. Es wird hierdurch schon ein Verschwenkungsfehler hervorgerufen werden, welcher die Anwendung kurzer Basislängen von vorneherein als aussichtslos erscheinen läßt. 2—3 mm dürfte der äußerste Fehler sein, welcher bei der Umwechslung begangen werden kann. Lassen wir einen Verschwenkungsfehler für die Zentrierung des Instrumentes von höchstens 10″ zu, so erhalten wir die geringste Länge der Basis, für welche das Instrument noch benützt werden könnte, von 12 m. Bei topographischen Aufnahmen beträgt die Länge der Basis bereits ein 5faches der gefundenen Minimallänge. Der Zentrierungsfehler dürfte also für die Verwendung des Instruments nicht in Betracht kommen[1]).

Die Anwendbarkeit des Apparates hängt vor allem von der Genauigkeit ab, mit welcher die Aufnahmerichtung senkrecht zur Basis eingestellt werden kann. Das Instrument besitzt eine Nonienablesung von 1′; $^1/_2$′ kann noch sehr gut geschätzt werden.

[1]) Vgl. v. Hübl, Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr. Inst. Bd. 24, 1904, S. 177.

Auch für den Fall, daß eine additionelle Parallaxenkorrektur noch hinzugefügt werden kann, ist die Möglichkeit gegeben, den zulässigsten Höchstwert für die Abweichung der Parallelstellung der Kameraachsen nicht zu überschreiten. Ein weiterer Umstand, der zu Fehlern Veranlassung gibt, ist die Abweichung der Visierlinie des Fernrohrs von der optischen Achse der Kamera. Es wird hierdurch eine gleichmäßige Verschwenkung beider Platten hervorgerufen, ein Fehler, der bei sorgfältiger Ausführung des Apparates unter dem zulässigen Betrag von 8′ bleibt und beispielsweise beim Phototheodoliten der K. Technischen Hochschule nur 2′ 15″ beträgt. Viel schlimmer ist der Umstand, daß die Platten nur bei ausgezogenem Okular eingeführt werden können, eine Überprüfung der Einstellung kurz vor der Aufnahme daher nicht möglich ist. Wenn nun auch keineswegs die Absicht besteht, das Instrument für die Herstellung stereophotogrammetrischer Aufnahmen empfehlen zu wollen, so ist es immerhin wünschenswert, auch die Ergebnisse dieser Versuche kennen zu lernen.

	N. Frauenturm	Petersturm	Gr. Kirche	Theatiner-Kirche	Haidhausen	St. Annaturm	Prot. Kirche
Triangulierung	1132,5	1437,6	987,5	1033,5	2796,7	1716,4	607,7
Stereo-Aufnahm.	1135,5	1437,5	986,0	1031,0	2778,0	1712,5	607,3

Die erhaltenen Werte zeigen jedenfalls, daß sich auch einfachere Instrumente für die stereoskopische Bildmessung eignen und dies ist um so mehr der Fall, je größere Sorgfalt auf die Ausführung des Apparates verwendet wird. Einfachheit der Instrumente, leichte Handhabung derselben und nicht zuletzt geringes Gewicht sind aber die zu erfüllenden Hauptforderungen; wenn der einfachen und stereoskopischen Bildmessung der ihr gebührende Anteil bei der Erforschung fremder Gebiete zuteil werden soll[1]).

Bei der Ausmessung der Platten ergab sich, daß das rechte Bild um 0,1 mm länger als das linke war. Der Grund hierfür kann sowohl in einer verschieden großen Durchbiegung der verwendeten Platten, als auch in ungenügendem Anliegen an dem Rahmen des Apparates zu suchen sein. Die Durchbiegung beider Platten betrug in der Mitte 0,2 mm. Die beobachteten Objekte liegen entweder im Horizont beider Aufnahmen oder in seiner

[1]) Vgl. J. Tschamler, Studie zu Dr. Pietschmanns photogram. Aufnahmen in Mesopotamien im Jahre 1910. Wien 1911, S. 2.

Nähe. Die Anwendung einer nur von den Abszissen abhängigen Parallaxenkorrektur, welche die Längendifferenz von 0,1 mm ausgleicht, erscheint daher gerechtfertigt.

Auf Tafel 7a Figur VIIIa sind einige Kontrollpunkte dargestellt, welche für die Messungen mit dem Instrument bei Blaiken südlich von Scheffau dienten. Die Basis ist 607,8 m lang, der Abstand der Punkte von der Basis schwankt zwischen 3800 und 4800 m und beträgt für die Mehrzahl der Punkte 4400 m. Der zu erwartende Abstandsfehler, fehlerfreie Aufnahmen vorausgesetzt, beträgt 2,2 m. Die konstruierten Punkte zeigen ein Vielfaches dieses Fehlers, was allerdings schon die aus gewöhnlichen Platten herrührenden Parallaxenfehler bedingen. Es war auch nicht der Zweck dieser speziellen Aufnahme, darzutun, welcher Genauigkeit die stereoskopische Bildmessung fähig ist.

Was diese Aufnahmen für die Anwendbarkeit der stereoskopischen Bildmessung auf Forschungsreisen ergaben, wird wohl aus folgender Schilderung der Aufnahmearbeiten ersichtlich. In den zwei Stationen Blaiken und Ellmau wurden im ganzen 6 Platten aufgenommen. Diese 6 Platten enthalten die Abbildung der ganzen Südseite des Kaisergebirges, einige kleinere Partien, wie Schluchten u. dgl. ausgenommen. Zur Aufnahme benötigten wir zwei Tage, auf die im ganzen nur 8 Arbeitsstunden entfielen, obendrein unterbrochen durch heftige Regengüsse. Die Aufnahmearbeiten können bequem in $1^1/_2$ Tagen erledigt werden. Die am meisten Zeit beanspruchende Messung der Basis kann, wo es im Gegensatz zu den früher geschilderten Präzisionsaufnahmen weniger auf höchste Genauigkeit als auf rasches und noch verhältnismäßig sicheres Arbeiten ankommt, sehr wohl auf optischem Wege vorgenommen werden. Nun existieren zweifellos eine Reihe von photogrammetrischen Aufnahmeapparaten, welche für die stereoskopische Bildmessung besser geeignet sind. Der neue Reisetheodolit der Firma Zeiß mit seinem geringen Gewicht bietet dabei auch für den Transport der Instrumente selbst in Hochgebirgen keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Die Vorteile der Transportfähigkeit dieser Meßinstrumente für größere Reisen waren aber keineswegs der neueren Zeit und damit diesem auch für Präzisionsaufnahmen geeigneten Instrument vorbehalten; die älteren Instrumente für Bildmessung sind zum Teil noch leichter.

Die gewonnenen 6 Platten ermöglichten die Konstruktion der gesamten felsigen Südseite des Kaisergebirges sowie eines großen Teiles des Vorterrains (rund 30 qkm), ein Ergebnis mit dem sich keine andere Aufnahmemethode bezüglich der Kürze der Feldarbeit auch nur annähernd messen kann.

Zu dem geringen Aufwand an Zeit und Mitteln für die Aufnahme der Südseite des Kaisergebirges steht in grellem Gegensatz die große Zahl der jährlich auf Forschungsreisen aufgenommenen Photographien und das geringe Ergebnis dieser großen Zahl von Aufnahmen für die Kartographie des bereisten Gebietes. Es muß bei dem heutigen Stande der Bildmessung als Rückständigkeit bezeichnet werden, wenn bei Forschungsreisen die mitgeführten photographischen Apparate nicht mit den Hilfsmitteln für einfache Bildmessung ausgestattet sind. Ohne eine Störung der bildmässigen Wirkung der aufgenommenen Photographien befürchten zu müssen sind die Kosten leichter, brauchbarer Apparate für einfache Bildmessung geringe, der Gebrauch dieser Instrumente ist leicht zu erlernen. Es wäre daher wohl für jeden Reisenden wünschenswert, seinen Aufnahmen auf diese einfache Weise erhöhten Wert zu verschaffen gegenüber jener Unmenge von Photographien, welche ohne Angabe von Brennweite, Horizont und Azimutrichtung für kartographische Zwecke gar keinen oder nur einen durch ungeheueren Aufwand von Hausarbeit zu erlangenden geringen Wert besitzen.

Bewegt sich eine Expedition in vorwiegend gebirgigem Terrain und sollen speziell kartographische Zwecke verfolgt werden, so ist die Ausrüstung mit stereophotogrammetrischen Apparaten anzustreben.

IV. Kartographischer Teil.

Zu Beginn der Aufnahme war vor allem die Gewinnung eines ausreichenden Zahlenmateriales über die Verwertung der einfachen und stereoskopischen Bildmessung im schwierigsten Felsgelände ins Auge gefaßt. Allmählich entwickelte sich aus dem ursprünglich nur über die Felsgipfel gespannten trigonometrischen Netze, das im Vorterrain nur einige wichtige Stützpunkte umfaßte, ein engmaschiges Netz weit über die Almregion hinab. Die zum Teile aus großen Entfernungen aufgenommenen Photographien enthielten außer den reinen Felswänden eine Menge

von Details im Vorterrain. Unter Zuhilfenahme einer Reihe anderer Meßmethoden konnte der Plan gefaßt werden, das vorhandene Material zu einer Karte zu vereinigen. Die raschere Fertigstellung einerseits, die geringeren Schwierigkeiten der Felsdarstellung andererseits haben den Verfasser veranlaßt, das vorliegende Blatt Zahmer Kaiser (Hinter-Kaiser) zuerst zu veröffentlichen. Es sollte als Versuchsblatt für das umfangreichere und schwierigere Gebiet Wilder Kaiser (Vorder-Kaiser) dienen. Ein Teil der Mängel dieses Versuchsblattes hätte sich wohl durch Wahl eines entsprechenderen, aber auch kostspieligeren Reproduktionsverfahrens beheben lassen. Zeigt die Karte auch ein derbes Aussehen, so ist doch die Originalität der Handzeichnung völlig gewahrt, ein Grund, der auch v. Hübl veranlaßte, die Karte des Karlseisfeldes am Dachstein nicht in Metall- oder Steinstich herstellen zu lassen, zwei Verfahren, die eine manuelle Übertragung, eine Umzeichnung durch eine mit der Aufnahme nicht vertraute Person erfordern.

Es ist hier wohl am Platze, einige Vergleiche mit den bis jetzt existierenden Darstellungen des Kaisergebirges anzustellen und hierzu auch die im Wilden Kaiser angetroffenen Verhältnisse heranzuziehen, wiewohl dieses Blatt noch nicht fertig vorliegt. Eine geschichtliche Entwicklung kann nicht beabsichtigt sein, es können nur neuere Karten in Betracht kommen. Die Grundlage aller dieser Karten bilden die Originalaufnahmen des K. und K. Milit.-Geogr. Institutes, die Karten selbst stellen nur mehr oder weniger gelungene Überarbeitungen in größeren oder kleineren Maßstäben dar. Selbständige Aufnahmen von grundlegender Bedeutung sind dort seit der Reambulierung und der Tiroler Katastralaufnahme nicht mehr vorgenommen worden, bis im Jahre 1909 gelegentlich eines Grenzstreites zwischen dem Ärar und den Gemeinden Walchsee und Durchholzen eine Neuvermessung des Winkelkares stattfand, worüber bereits im I. Teile S. 158 berichtet worden ist.

Was nun die Originalaufnahme selbst anlangt, so muß hier gesagt werden, daß im gangbaren Terrain, soweit es für militärische Zwecke in Betracht kommen kann, die eingetragenen Punkte nach Horizontalposition und Höhe sich mit meiner Neuaufnahme bis auf geringe Abweichungen decken. Ein Vergleich der Höhenzahlen findet sich in der Zusammenstellung der

Koordinaten der trigonometrischen Punkte (s. S. 62). Wären diese Fehler bei der neuen Bearbeitung schon als erheblich, wenn nicht unzulässig zu bezeichnen, so bleiben dieselben für die Originalaufnahme doch innerhalb der zulässigen Grenzen und hängen mit dem ganzen Aufnahmeverfahren unvermeidlich zusammen. „Nicht zur Erlangung einer weitgehendsten Anforderungen genügenden Karte, sondern zur Erlangung einer guten Militärkarte wurde damals mappiert“ [1]). Diesem Grundsatze entspricht es auch, wenn die Höhenzahlen im Felsgebiete weniger zuverlässig sind, wie im Vorterrain; ausgenommen müssen hier werden die beiden in die Kammlinien des Gebirges fallenden trigonometrischen Punkte Pyramidenspitze und Treffauer, auf deren Koten indirekt die Höhenangaben für meine Bearbeitung beruhen. Auffallend bleibt aber, daß der Mappeur vermutlich verleitet von der bis in die letzten Jahre herrschenden Meinung, die Pyramidenspitze sei der höchste Punkt im Zahmen Kaiser, diese wieder als den Kulminationspunkt eintrug. Der in der Horizontalposition richtig eingetragene (jetzige) höchste mit 1996 m kotierte Punkt zeigt die auffallende Tatsache, daß er um 3 m gegen die Pyramidenspitze zu niedrig eingetragen wurde, während er in Wirklichkeit 3 m höher ist, eine Tatsache, die sich allerdings leicht mit Annahme einer nachträglichen Vorzeichenänderung erklären ließe.

Die Felskonturen treffen im Wilden wie im Zahmen Kaiser im großen und ganzen das Richtige. Auf einen Fehler sei jedoch aufmerksam gemacht, da er sich durch alle Karten hindurchzieht: in der Originalaufnahme ist östlich des Punktes 1929 im Zahmen Kaiser ein nach Nord-Nordost streichender Felsgrat eingetragen. Wäre dieser Grat etwa um sein Nordende so gedreht worden, daß sein Südpunkt auf die Null der Zahl 1870 d. O.-A. zu liegen gekommen wäre, so würde die charakteristische Wiedergabe der von drei großen Rinnen durchzogenen Nordwände erreicht worden sein. Im Wilden Kaiser findet sich in der Darstellung der Kare und deren Umrahmungen kein einziger auch nur annähernd so einschneidender Fehler.

Von den das Gebiet darstellenden Karten sind zu erwähnen:

[1]) Vgl. A. R. v. Rummershof, Die Höhenmessung bei der Militärmappierung. Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr. Inst. Bd. 17, 1897, S. 99.

1. Österreichische Spezialkarte 1 : 75000, Zone 15, Kol. 6 u. 7.
2. O. Brunns Spezialkarte vom Kaisergebirge und den Kitzbüheler Alpen, 1 : 100000.
3. Das Blatt Schliersee (665) der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100000.
4. Das Blatt Wendelstein-Ost, Nr. 92 des topogr. Atlas von Bayern 1 : 50000.
5. Karte vom Kaisergebirge, 1 : 50000, herausgegeben vom D. u. Ö. A.V. 1897, verbessert 1907.
6. H. Köhler, Karte des Kaisergebirges in 1 : 33330.
7. Die verschiedenen Auflagen der Karte des Kaisergebirges in 1 : 33000, bearbeitet von H. Petters, herausgegeben von der Sektion Kufstein des D. u. Ö. A.V. 1906. In größerem Maßstabe gehalten, finden wir hier eine eingehendere und übersichtliche Darstellung der Felsen. Von den Mängeln der Originalaufnahme wird auch diese Bearbeitung nicht frei.
8. Geologische Karte des Kaisergebirges, bearbeitet von Dr. K. Leuchs[1]), deren Grundlage die eben erwähnte Petterssche Karte bildet.
9. Eine planmäßige Darstellung des Plateaus im Zahmen Kaiser 1 : 2500 von Dr. L. Distel und dem Verfasser[2]).

Wahl des Maßstabes.

Die Wahl des Maßstabes konnte bei der vorwiegend durch einfache und stereoskopische Bildmessung bewerkstelligten Aufnahme nicht schwer fallen. Sie lautete für das Konstruktionsblatt, dem alle Maße zu entnehmen, bezw. in dasselbe einzutragen waren, auf 1 : 10000. Die durch eine große Menge von Zahlenrechnungen ohnehin schon belasteten Meßbildkonstruktionen müssen von unbequemen Maßstäben tunlichst verschont bleiben. Es bestanden aber noch andere Gründe, welche für die Wahl des Maßstabes von ausschlaggebender Bedeutung waren.

Es sollte versucht werden und wurde auch durchgeführt, Schichtlinien durch die Felsen zu zeichnen. Der übliche Maßstab für Hochgebirgskarten 1 : 25000 war zu klein, um dieses Vorhaben ausführen zu können. Schon bei Beginn der Felsen erreicht

[1]) Beilage zur Zeitschr. d. Ferdinandeums in Innsbruck 1907.
[2]) Mitt. d. Geogr. Ges. in München Bd. VI, 1911.

hier die Darstellung der Formen durch Schichtlinien ihr Ende. Es kam also darauf an, einen Maßstab zu wählen, welcher die durchschnittlich vorkommenden größeren Neigungen noch bequem darzustellen gestattet. Eine einfache, bei dem Abschnitt „Schichtlinien", S. 59, angestellte Überlegung zeigte, daß Neigungen bis zu 76° in 1 : 10000 noch ausgedrückt werden können. Derartige Neigungen als Durchschnittsneigungen in Felswänden gehören zu den Ausnahmen, kleinere senkrechte Wandstufen kommen wohl häufig vor. Es besteht somit die Möglichkeit, im Maßstab 1 : 10000 den größten Teil eines Felsgebietes maßstäblich wiedergeben zu können.

Hierzu kommen die Anforderungen, welche an eine Neuaufnahme eines größeren Gebietes überhaupt zu stellen sind. In der Abhandlung „Landesaufnahme und Topographie" von O. Frank sind diese sehr genau festgelegt[1]). Wir finden hier S. 72 „bezüglich des Maßstabes einer Landesaufnahme stimmen Kartographen, Militärs und Techniker ziemlich überein, denn alle erkennen den Maßstab 1 : 10000 oder einen nahegelegenen als den richtigen an". Handelt es sich hier auch nicht um eine Landesaufnahme, so glaubte ich in Anbetracht der Größe des aufgenommenen Gebietes (ca. 50 qkm) doch mehrfachen Anforderungen Genüge leisten zu müssen. Eine geometrisch richtig liegende Zeichnung ist auch in diesem Maßstabe noch nicht möglich, obwohl in dem vorliegenden Blatte einzig und allein die Wege mit übertriebener Breite dargestellt sind. Die Verschiebungen in der Zeichnung rühren in unserem Falle keineswegs von angewendeten Signaturen her, hängen vielmehr von den Konstruktionsfehlern der einzelnen Punkte und der Genauigkeit der Schätzung ab, mit welcher die Zeichnung in das Punktnetz eingeschaltet ist. Wird nämlich die erreichbare Genauigkeit im Zeichnen zu 0,1 mm angenommen, so erreichen die Fehler der aus einfachen und stereoskopischen Aufnahmen konstruierten Punkte bereits größere Werte, ganz abgesehen von den bei tachymetrischen und flüchtigen Aufnahmen (in der Karte nicht eingetragen) gewonnenen Punkten. Selbst wenn es uns möglich wäre, das Original maßstäblich richtig zu zeichnen, würde in der Reproduktion ein guter Teil hiervon verloren gehen.

[1]) Vgl. Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr. Inst. Bd. 24, 1904, S. 49.

b) Genauigkeit.

„Von allen an eine Karte zu stellenden Anforderungen stehen aber die der Richtigkeit und Genauigkeit obenan". Während nun die Richtigkeit mehr bei der zeichnerischen Ausführung zur Geltung gelangt, findet die Genauigkeit ihren Ausdruck in der exakten Festlegung der Höhen- und Horizontalpositionen der grundlegenden Punkte. Auch für die erforderliche Genauigkeit stellt Frank Grundsätze auf und sagt: „Die Zahl der durch eine allgemeine Triangulierung der Lage und Höhe nach zu bestimmenden Punkte wäre so zu bemessen, daß auf je 1 km² ein Fixpunkt entfällt".

Sehen wir zu, wie diese Bedingung bei dem vorliegenden Blatte erfüllt ist. Auf die von der Karte bedeckte Fläche von rund 14,5 km² entfallen 25 auf trigonometrischer Grundlage beruhende Punkte. Hiervon waren 15 mit ständigen festen Signalen versehen, die übrigen 10 sind photographische Standpunkte und durch Rückwärtseinschneiden mit dem Theodoliten oder dem Photogrammeter gewonnen. Es entfallen somit rund 2 Punkte auf 1 qkm. Ein Blick auf untenstehende Tabelle über die Verteilung der trigonometrischen Punkte im Zahmen Kaiser lehrt uns aber, daß in Wirklichkeit pro qkm durchschnittlich mehr als 2 Punkte entfallen, da die qkm, die keine Punkte enthalten, auf der Karte ausdrücklich als flüchtig aufgenommene bezeichnet worden sind.

Trigonometrische Punkte.

	0	0	0	0	2	1
0	3	3	5	1	1	0
	0	3	3	3	0	0

Ein ausgesprochener Mangel kann nur im südöstlichsten Teile konstatiert werden. Die Horizontalposition der Punkte kann, wie im I. Teile S. 13 gezeigt worden ist, innerhalb 1—2 m als richtig angenommen werden, entspricht also der Zeichengenauigkeit. Überdies sind diese Fehler ohne Bedeutung für die Grundrißkonstruktion[1]). Über die mittleren Höhenfehler der Punkte gibt die Tabelle S. 62 Koordinaten- und Höhenkoten der Triangulierungspunkte Auskunft. Der durchschnittliche Fehler be-

[1]) Vgl. v. Hübl, Abh. d. K. u. K. Geogr. Gesellschaft, Wien 1901, S. 14.

trägt 0,3 m, der Maximalfehler übersteigt 0,5 m nicht. Das Ergebnis ist gerade kein gutes, immerhin aber genügend.

Wie steht es nun hinsichtlich der anderweitig gemessenen Punkte in bezug auf Genauigkeit und Verteilung? Gemessen wurden im ganzen 1110 Punkte im Zahmen Kaiser. Aus Meßbildern wurden hiervon 865 konstruiert, welche sich auf das von der Karte bedeckte Areal von 14,5 qkm nach nebenstehender Tabelle verteilen.

Photogrammetrisch best. Punkte.

	4	27	50	48	8	0
16	69	84	129	76	87	2
7	6	49	94	62	35	10

Es treffen somit 60,4 Punkte pro qkm. In die Flächenzahl 14,5 ist hier auch der den österreichischen Aufnahmen entnommene Teil einbezogen, welcher nicht von mir konstruiert wurde und nur zur Abrundung der Karte dient. Zieht man diese Fläche ab, so erhält man für das wirklich konstruierte Felsgebiet von 8,75 qkm Fläche die Zahl von 80,8 Punkten pro qkm. Hierbei sind noch nicht eingerechnet alle trigonometrischen Punkte, sowie die 245 Punkte, welche gelegentlich der Aufnahme des Plateaus gewonnen wurden.

Die Zahl der konstruierten Punkte ist im Wilden Kaiser weit höher, so enthält z. B. das scharf begrenzte Gebiet der drei Halten mit dem Totensessel bei einem Flächeninhalte von 1,18 qkm 153 Punkte somit 130 pro qkm. Bei den Probeblättern „Völkermarkt“ und „Bozen“ der österreichischen Neuaufnahme im Doppelmaße 1 : 12500 entfallen auf das Blatt „Völkermarkt“ ca. 30, auf das Blatt „Bozen“ 40 Punkte. Da dort die Zeichenfläche nur $^3/_5$ derjenigen im Maßstabe 1 : 10000 beträgt, erhöht sich für unsern Fall die entsprechende Anzahl von Punkten auf 50 bezw. 65 pro qkm. Die bei der österreichischen Aufnahme als genügend erkannte Zahl von Punkten für ein sicheres Schichtenlegen ist somit erreicht. Die weitere Forderung, daß die Zahl der mehrfach gemessenen Punkte 50% betragen soll, ist sogar überschritten. Von 1000 gemessenen Punkten sind 16 einmal, 338 zweimal, 642 dreimal und 4 viermal gemessen worden. Anders verhält es sich mit den Höhenfehlern. Bei dem Probeblatte „Völkermarkt“ sind 97%, bei „Bozen“ 94% der kontrol-

lierten Höhenmessungen mit einem mittleren Fehler von 0 bis ± 1 m, der Rest mit einem solchen von ± 1 bis ± 1,5 m behaftet[1]). Dieses Resultat konnte durch die Bildmessung nicht erreicht werden. Die Zusammenstellung der 1000 Punkte ergibt, daß 599 Punkte einen mittleren Fehler von 0 bis 1,0 m, 343 Punkte einen solchen von ± 0,0 bis ± 2,0, 51 Punkte Fehler von ± 2,0 bis + 3,0 und endlich 7 Punkte Fehler über + 3,0 m aufweisen. Nach v. Rummershof[2]) schwankt der mittlere Fehler eines photogrammetrisch bestimmten Höhenpunktes zwischen 1 und 3 m. Die Resultate meiner Vermessung befinden sich also im Einklang mit jenen des Militär-Geographischen Institutes.

Die mittels stereoskopischer Bildmessung bestimmten Punkte lassen ähnliche Angaben, wie sie für die Höhenfehler der Punkte bei der einfachen Bildmessung gemacht worden sind, nicht zu. Die Höhenfehler sind hier direkt abhängig von den Abstandsfehlern der Punkte. Aus den Erfahrungen über diese Abstandsfehler kann jedoch geschlossen werden, daß sich die Höhenfehler der durch stereoskopische Bildmessung bestimmten Punkte in ähnlichen Grenzen halten wie für die Punkte einfacher Bildmessung.

Die auf dem Wege der einfachen und stereoskopischen Bildmessung erhaltenen Punkte bilden die Unterlage für das Kartenbild. In dieses Punktnetz waren nun zuerst die Geripplinien einzutragen, die ihrerseits den Anhalt für die Schichtlinien geben. Bei dem Umfange der Konstruktionsarbeiten und dem damit verbundenen Gewirr von Linien erwies sich eine Trennung von Konstruktions- und Zeichenblatt unumgänglich nötig. Es wurden die Punkte mittels Pauspapieres je $^1/_4$ qkm-weise übertragen, um so die Verschiedenheit in den Längenmaßen der beiden Blätter innerhalb der Zeichengenauigkeit zu erhalten, die übertragenen Punkte mit der Nadel eingestochen und durch ein kleines Kreuz bezeichnet.

Hatte ich anfänglich eine größere Zahl von Punkten konstruiert und erst später die Zeichnung vorgenommen, so ging ich hiervon bald ab und konstruierte nur mehr eine beschränkte Zahl von Punkten, deren Ausarbeitung sofort vorgenommen wurde. Die beim Zusammensuchen der Punkte gewonnene

[1]) Vgl. Frank, Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr. Inst., Bd. 24, 1904, S. 61.
[2]) Vgl. Mitt. d. K. u. K. Milit.-Geogr.Inst. Bd. 17, 1897, S. 87—99.

Kenntnis der Terrainformen kann in diesem Falle gleich zur Zeichnung benützt werden, während für den ersten Fall eine neue Einarbeitung erforderlich ist. Bei stereoskopischen Arbeiten muß Konstruieren und Zeichnen Hand in Hand gehen, da ein Wiederaufsuchen der Punkte nur mit Hilfe der Komparatordaten erfolgen kann und viel zu zeitraubend ist.

Sind die Punkte in genügender Zahl vorhanden, so kann das Einzeichnen des Gerippes an Hand aller Photographien des betreffenden Bezirkes beginnen. Es genügt hier nicht, nach einer Photographie arbeiten zu wollen. Zwei Photographien sind mindestens erforderlich, einen sicheren Einblick in die Terrainformen zu geben und der Überblick über die Formen bei einfachen Meßbildern hängt sehr von der Güte der Bilder, der Aufnahmezeit und der Beleuchtung ab. Wesentlich besseren Einblick vermitteln natürlich stereoskopische Bilder, besonders bei flachen Formen. In dem zerrissenen Felsaufbau gewähren zwei Aufnahmen aus Standorten mit kürzeren Entfernungen, also zwei einfache Meßbilder, mehr Einblick in die Felsformen, wie etwa eine Stereoaufnahme von einem der Standpunkte für die einfache Bildmessung trotz der größeren Plastik der Stereoskopaufnahme. Es kommt sogar vor, aus der Stereoaufnahme eine hinreichende Zahl von Punkten für ein Gebiet entnehmen zu können, ohne deshalb eine richtige Vorstellung über die Formen zu erlangen.

Bei der Fülle der Leitlinien im Felsgebiete wurden zur besseren Übersicht die Höhenlinien blau, die Tiefenlinien schwarz eingetragen. Ein bereits anschauliches Bild der Felsformen resultierte hieraus. Sind durch die Leitlinien gewissermaßen die Projektionsfiguren der Felsformen gegeben, dann kann auf Grund der Höhenkoten der Punkte und gleichfalls unter Zuhilfenahme der Photographien mit dem Entwurfe der Höhenschichtlinien, dem räumlichen Aufbau begonnen werden. Eine Änderung des Gerippes wird in vielen Fällen besonders zu Beginn der Arbeiten nötig werden. In den steilen Aufbauten eines Felsgebirges kann das Legen der Schichtlinien als die beste und untrüglichste Kontrolle einer richtigen Lage des Gerippes angesehen werden. Können wir doch auch in den Felspartien viel leichter die Höhenunterschiede zweier Punkte erkennen, während das richtige Erfassen des Tiefenabstandes in

vielen Fällen, besonders aber bei Frontalansichten zur Unmöglichkeit wird. Ein gewisses Maß von Richtigkeit der Leitlinien wird nach einiger Beschäftigung mit der Sache bald erreicht. Ich habe öfter versucht, das Gerippe in weiter auseinanderliegende Punkte einzuzeichnen, und erst nachträglich zur Ausfüllung der Lücken bestimmte Punkte zu konstruieren, um so einen Maßstab für die Sicherheit der Leitlinienführung zu erlangen. Abweichungen von 1—2 mm bilden die Regel im steilen Terrain. Mit Abnahme des Böschungswinkels nimmt die Sicherheit des Einlegens der Leitlinien zu, zugleich aber auch die Verschiebung der Höhenkurven[1]). Der mittlere Höhenfehler der Schichtlinien freilich nimmt ab.

Es ist hier wohl der Ort, folgende Frage zu erörtern: Wieweit können wir im Felsterrain die Schichtliniendarstellung durchführen? Zwei Faktoren für die Grenzen dieser Möglichkeit sind hier sofort auffallend: die Strichstärke der Zeichnungen und die Größe des Maßstabes. Die Größe des Maßstabes hängt ab von dem Zwecke der Aufnahmen. Bei Vorarbeiten für Ingenieurbauten wird dieser größer sein müssen, wie bei Aufnahmen für militärische oder touristische Zwecke und dementsprechend wird auch die Darstellung in Schichtlinien eine mehr oder minder eingehende sein können. Die Beschränkung durch die Strichstärke ist wichtiger und hängt direkt mit dem gewählten Reproduktionsverfahren oder der Zeichenmethode zusammen. Im vorliegenden Falle beträgt die Strichstärke der 20 m-Kurven 0,2 mm. Die schon sehr starken 100 m-Kurven haben 0,5 mm Stärke aufzuweisen. Wird ferner als gut sichtbarer Zwischenraum ebenfalls 0,2 mm angenommen, so erhalten wir für die Grenze der Darstellung einer Höhendifferenz von 100 m ein Minimum der Horizontalausdehnung von 2,5 mm, entsprechend einem Neigungswinkel von 76°.

Wände mit einer Durchschnittsneigung von 76° wird es in den Alpen wohl wenige geben, während senkrechte Partien in geringerer Höhenausdehnung häufig anzutreffen sind. Über die Neigungsverhältnisse einer Wand werden also die eingetragenen Schichtlinien keinen Zweifel aufkommen lassen. Weitaus der größte Teil des Felsgebietes kann richtig dargestellt werden. Senkrechte Wände

[1]) Vgl. Koppe, Die neue topographische Landeskarte von Braunschweig, Z. f. Verm. 1902, S. 397 u. f.

von mehr als 40 m Höhe müssen unbedingt, solche von 20 m an können zum Ausdruck gebracht werden und nur die kleineren Felsstufen verschwinden. Es besteht also die Möglichkeit einer schon sehr weit in die Einzelheiten gehenden Darstellung. Auf das Bild der Felszeichnung übt aber die Dichte der Schichtlinien eine empfindliche Störung aus.

Eine exakte Wiedergabe der Höhenverhältnisse kann natürlich durch die Schichtlinien nicht erreicht werden. Die Horizontalkurven können nur eine Übersicht über die Höhenverhältnisse bieten. Die Genauigkeit der Kurven in minder steilem Terrain hängt in erster Linie von der Zahl und Güte der erlangten Höhenkoten ab, worüber der vorhergehende Abschnitt Auskunft gibt. Die Naturähnlichkeit der Kurven, deren mehr oder minder große Schematisierung ebenfalls ihren Einfluß auf die Genauigkeit ausübt, hängt von der Güte und Art der verwendeten Bilder ab. Während ungünstig aufgenommene Bilder auf die Richtigkeit und Reichhaltigkeit aufzufindender Punkte nur geringen Einfluß ausüben, sind gute Beleuchtung und Brillanz der Bilder von allergrößtem Einfluß auf eine naturgemäße Darstellung. Wie sollten die Formen erkannt werden, wenn nur mit allergrößter Mühe einzelne Punkte aufzufinden sind? Die dunkelgrünen Legföhrenhänge auf der Südseite des Zahmen Kaisers bieten in ihrem Gegensatze zu den hellgrauen Kalkfelsen kein besonders günstiges Objekt für die photographische Kamera. Die Formen in diesen dunklen Flächen sind selbst bei Stereoaufnahmen schwer zu erkennen. Was schlechte Beleuchtung und Arbeiten gegen das Licht für unvollkommene Bilder geben können, davon mußte ich mich im Winkelkare überzeugen. Die Formen der Schuttkegel auf der Karte sind das Resultat. Die Felspartien sind anderen Aufnahmen entnommen. Die stereoskopische Bildmessung ist in dieser Beziehung der einfachen Bildmessung weit überlegen, da selbst bei völlig bedecktem Himmel aufgenommene Bilder die Plastik nicht nur völlig zur Geltung bringen, sondern obendrein die störenden Schlagschatten vermieden sind.

Einfache und stereoskopische Bildmessungen werden der Natur des ganzen Vorganges nach stets Kurven liefern, die stark von der Übung und Gewissenhaftigkeit des Zeichners abhängen. Das Maximum der Annäherung an die Wirklichkeit erreichen nach dem

heutigen Stande der Bildmessung wohl die mit dem Stereoautographen erzielten Resultate, aber auch ihnen haften, abgesehen von den Fehlern der Bildmessung, noch die durch den Zeichenapparat hervorgerufenen Fehlergrößen an. Für die Grenzlagen der Darstellungsmöglichkeit von Schichtlinien im Felsgebiet muß auch der Stereoautograph versagen, schon aus Gründen der unvermeidlichen Abstandsfehler der stereoskopischen Bildmessung, abgesehen von allen anderen in Betracht kommenden Fehlerquellen, die wohl durch äußerste Präzision der Instrumente vermindert, nicht aber zum Verschwinden gebracht werden können. Welche Meßmethode wir zur Aufnahme eines Gebietes anwenden wollen, muß den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden, gleich brauchbare Resultate in bezug auf Schnelligkeit und genügende Genauigkeit für alle vorkommenden Terrainformen wird keine bieten können.

Nach Auswertung der einfachen und stereoskopischen Aufnahmen blieb noch manche Lücke, zu deren Ausfüllung andere Methoden heranzuziehen waren. Bei Bearbeitung dieser Teile im Felde hatte ich Gelegenheit, einen Vergleich der durch Bildmessung gewonnenen Kurven mit den natürlichen Formen vorzunehmen. Unwillkürlich drängte sich mir und meinen Begleitern der Gedanke auf, das vorliegende Material sollte jetzt als Grundlage benützt werden, um angesichts der Natur noch all die kleinen Einzelheiten einzutragen, welche jeder Landschaft ihr charakteristisches Gepräge nicht nur in ihren großen Zügen verleihen; den Anblick der Natur vermag eben die Bildmessung nicht völlig zu ersetzen.

Einige Worte über den Zeitaufwand für derartige Darstellung mögen hier Platz finden. Für Formationen, wie sie etwa das Hauptmassiv der Jovenspitzen oder die Wände östlich der Pyramidenspitze aufweisen, kann im allgemeinen die Hälfte bis $^2/_3$ der für die Konstruktionen benötigten Zeit angenommen werden. Bei einem Durchschnitt von 80 konstruierten Punkten pro qkm und unter Annahme von einem Arbeitstage für 30 zu konstruierende Punkte würde pro qkm Zeichnung etwa 2—4 Tage nötig sein. Ähnliche Erfahrungen teilt v. Rummershof[1]) allerdings für Aufnahmen im Maßstabe von 1 : 25000 mit. Nach einer Umrechnung der

[1]) Vgl. Mitt. d. k. u. k. Milit.-Geogr. Inst. Bd. 16, S. 87.

Zusammenstellung der Koordinaten und Höhen der trigonometrischen Punkte.

Name	Nr.	Abkürzungen	x	y	z	Höhenang. der öst. Original-Aufn.	Anzahl der Messungen
			m	m	m		
Ackerlspitze	1	A.	−3276,04	−4914,63	2330,9 ±0,26	35	11
Bauernpredigtstuhl	2	Bpg.	−3250,63	−3261,84	1950,1 ±0,39	—	6
„ „ Inst.	3		−3104,55	−3187,50	1920,8 ±0,10	—	2
Baumgartenalpe	4	B.A.	−4435,15	−3549,35	1463,3 ±0,30	64	3
Brandkogel	5	B.	− 928,89	+3606,15			
Brennender Bölfen	6	Br.	−4678,50	−4030,30	1569,7 ±0,14	67	8
Doppelzacken	7	D.Z.	−4777,50	−8495,25	1282,4 ±0,28	81	6
Durchholzen 1	8	Du. 1	+5947,35	− 187,43	706,2	—	
„ 2	9	Du. 2	+5968,01	− 544,52	700,1	—	
„ 3	10	Du. 3	+5864,15	− 908,80	679,8	—	
„ 4	11	Du. 4	+5442,04	−1164,95	785,1 ±0,24	—	4
Einserkogel	12	F.K.	+2609,50	+1433,80	1925,5 ±0,26	29	6
Ellmauer-Halt	13	E.H.	−2998,78	−1554,81	**2344,0** ±0,00	44	
Ellmau-Kapelle	14	El.Ka.	−8617,50	−1675,72	853,4 ±0,25	56	4
Ellmau-Kirche	15	El.Ki.	−8436,35	−1484,10	855,9 ±0,25	—	4
Ellmauer Tor	16	E.T.	−2501,50	−2832,80	2005,4 ±0,10	959	3
Feldberg	17	F.	+ 408,64	−3179,28	1813,4 ±0,27	14	18
Gamshalt	18	G.H.	−2676,90	−1367,50	2291,7 ±0,20	92	8
Gamskarköpfl	19	Gkpl.	−2453,90	+ 163,50	2041,9 ±0,37	44	7
Goinger Halt, Hintere	20	H.G.	−2205,04	−3164,20	2195,2 ±0,26	94	7
„ „ Vordere	21	V-G.	−2671,20	−3269,30	2243,0 ±0,03	44	5
Griesneralm	22	Gr.A.	− 918,84	−3632,47	1006,4 ±0,30		2
Grünberg	23	Gbg.	−5762,50	−3661,14	1094,0 ±0,17	—	3
Gruttenhütte 1	24	Grh.	−3915,39	−2202,15	1619,6 ±0,03	—	4
„ 2	25		−4085,50	−2540,30	1583,6 ±0,10	—	2
Heuberg	26	Hbg.	+3428,00	−2086,73	1603,7 ±0,30	08	7
Hochleitenalm 1	27	Hch.A.	+ 201,43	+ 883,22	1015,12±0,16	—	3
„ 2	28	Hch.A.	+ 424,60	+1739,53	999,28±0,23	—	5
„ 3	29	Hch.A.	+ 82,99	+1308,06	884,11±0,11	—	3
„ 4	30	Hch.A.	+ 608,17	+1486,77	1030,19±0,15	—	3
Kreuz bei Going	31	Kr Go.	−9046,30	−3744,00	1024,8 ±0,38	26	4
Jöchlkopf	32	Jkf.	+2637,38	−1978,27	1693,2 ±0,24	—	4
Jovenspitze	33	Jo.	+2800,40	− 3,15	1892,4 ±0,33	—	7
Kaiserhochalm	34	Kho.	−3812,60	+1334,12	1434,4 ±0,19	19	6
Kaisermannalm	35	Km.	−4757,60	−5563,28	1390,7 ±0,18	—	5
Karlspitze, Hintere	36	H.K.	−2423,32	−2502,84	2282,8 ±0,17	84	4
„ Vordere	37	V.K.	−2739,70	−2558,25	2261,4 ±0,42	91	4
Kesselschneid, Hintere	38	H.Ks.	+1604,95	− 59,83	1995,5 ±0,30	95	6
Kesselschneid, Hintere I	39	H Ks. I	+1819,20	− 127,75	1976,1 ±0,22	—	3
„ Vordere	40	V.Ks.	+2028,40	+ 304,50	2001,7 ±0,11	996	4
„ „ I	41	V.Ks. I	+1867,28	+ 389,39	1978,6 ±0,10	—	3
„ „ II	42	V.Ks. II	+1789,53	+ 531,42	1944,8 ±0,22	—	3
„ „ III	43	V.Ks. III	+1967,92	− 59,83	1998,4 ±0,34	—	3
„ „ IV	44	V.Ks.IV	+2001,54	+ 430,45	1963,5 ±0,09	—	3
Kleinkaiser	45	Kl.	−2835,35	−3942,75	2038,7 ±0,35	—	6
Kleine Halt	46	K.H.	−2358,93	−1174,96	2118,7 ±0,31	13	4
Kopfkraxen	47	Kkr.	−2931,50	+ 292,82	2178,05±0,30	77	4
Längeck	48	Lg.	− 603,20	−1305,95	1578,1 ±0,14	67	
Lärcheck	49	L.	−2178,85	−5242,36	2123,8 ±0,37	25	6
Lärcheckalm	50	L.A.	−1866,00	−6269,90	3020,5 ±0,28	20	6
Maukalm	51	M.A.	−3029,38	− 6764,62	1265,4 ±0,22	67	5
Mitterkaiser	52	M.K.	−2112,50	−4102,25	2003,8 ±0,21	—	7
Naunspitze	53	Na.	+2313,30	+2948,00		32	3
Niederndorf	54	Ni.	+6889,85	+5098,50	548,4 ±0,42	—	5
Niederndorf, Ost	55	Ni.O.	+6679,20	+4620,05		—	2
„ West	56	Ni.W.	+6505,52	+5123,65	490,1 ±0,37	—	3
Ochselweidschneid, Nord	57	Ow.N.	+2009,08	+ 988,18	1814,6	-	2
„ Süd	58	Ow.S.	+1954,60	+1022,20	1806,0 ±0,28	97	3

Name	Nr.	Abkürzungen	x	y	z	Höhenang. der öst. Original-Aufn.	Anzahl der Messungen
			m	m	m		
Petersköpfl	59	Pk.	+2262,50	+2671,60	1746,8 ±0,24	55	3
Petersköpfl, Punkt östl.	60	Pö.Pk.	+2088,97	+2135,90	1784,8 ±0,33	92	3
Primau, Ost	61	Pr.O.	+5965,52	+ 920,93	648,0 ±0,05	—	2
„ West	62	Pr.W.	+5993,90	+1592,40	658,6 ±0,00	48	4
Pyramidenspitze	63	P.	+2381,49	+ 387,30	1999,5 ±0,30	99	10
Rangenalm	64	Rg.	— 220,07	—3963,60	1279,1 ±0,68	—	5
Roßkaiser	65	Ro.	+1699,35	— 896,05	1970,9 ±0,39	—	7
Scheffauer	66	S.	—3477,76	+3012,50	2112,6 ±0,21	13	9
Scheibelberg	67	Sch.	—6064,85	—4545,58	1105,9 ±0,33	—	5
Scheibenbichlberg	68	Sbg.	+ 508,50	—5680,70	1464,0 ±0,33	—	5
Steingrubenschneid	69	Stgr.	+1820,10	+1416,95	1744,4 ±0,14	40	8
„ I n.	70	Stgr. I n	+1916,14	+1410,13	1756,0 ±0,10	—	
„ II n.	71	Stgr. II n	+2160,62	+1406,25	1788,8 ±0,17	—	4
„ II s.	72	Stgr. II s	+2058,40	+1469,95	1761,7 ±0,17	—	4
Kreuz a. d. Stripsenjoch	73	Kr.Str.	—1204,42	—2167,74	1602,9 ±0,20	—	10
Stripsenkopf	74	Str.	— 738,95	—1984,54	1809,1 ±0,19	10	10
Sonneck	75	So.	—2995,50	— 123,30	2260,5 ±0,14	58	5
„ photogr.	76		—3004,30	— 136,30	2257,9 ±0,10	—	
Sonnenstein, Ost	77	Sos.O.	—3494,06	+1111,67	1713,7 ±0,39	—	6
„ West	78	Sos.W.	—3487,06	+1137,04	1715,1 ±0,30	—	4
Totenkirchl	79	Tot.	—2081,05	—2260,20	2192,9 ±0,30	93	3
Totensessel	80	To.	—2130,05	—1149,05	1745,3 ±0,11	—	4
Treffauer	81	Tr.	—3699,41	— 722,29	2305,3 ±0,14	04	5
Tristeck	82	Tri	+ 24,96	—2630,60	1709,9 ±0,30	—	4
Walchsee	83	Wa.	+6868,75	—2740,00	698,2 ±0,50	—	5
Wiesberg	84	Wbg.	—2920,70	+ 816,25	2061,9 ±0,28	—	3
Punkt	85		—4014,40	—1415,15	1573,2 ±0,50	—	2
„	86		—3263,16	—2429,70	2018,3 ±0,36	—	4
„	87		—3393,70	—2109,60	1849,1 ±0,10	—	2
„	88		—1945,30	—4967,85	1912,2 ±0,37	—	6
„	89		—2384,70	—4715,40	1755,8 ±0,60	—	4
„	90				1829,6 ±0,31	—	3
„	91		—3155,55	—3743,90	1987,9 ±0,40	—	4
„	92		—2140,35	—4166,90	1997,3 ±0,35	—	5
„	93		—2396,53	—4144,60	2007,0 ±0,18	10	5
„	94		—2691,70	—4221,20		—	
„	95		—1313,20	—4427,80		—	
„	96		— 582,10	— 625,45	1387,10±0,50	—	3
„	97		—3403,10	—7417,75	1391,70±0,31	92	10
„	98		—1997,22	—6802,46	1148,80±0,12	—	6
„	99		—2540,47	—7343,12	1109,60±0,10	—	5
„	100		—3744,56	—6764,90	1424,40±0,33	—	6
„	101		—3233,43	—7216,00	1363,20±0,20	—	5
„	102		—3735,50	—6713,04	1433,2 ±0,30	—	4
„	103		—4645,28	—5141,57	1396,60±0,17	—	6
„	104		—3862,27	—5088,22	1696,80±0,12	06	3
„	105		—4427,22	—5100,75	1445,80±0,07	—	4
„	106		—4036,73	—6719,93	1479,20±0,15	—	2
„	107		—4044,30	—6654,55	1486,50±0,15	—	4
„	108		—4602,71	—4543,41	1411,6 ±0,22	—	4
„	109		—4815,02	+1443,33	1208,2 ±0,07	—	7
„	110		—3401,05	+ 708,70	1757,0 ±0,24	—	4
„	111		—3823,45	+1883,50	1525,2 ±0,39	—	5
„	112		—3654,53	+1022,18	1581,3 ±0,17	—	7
„	113		—3585,62	+ 711,78	1586,1 ±0,11	—	5
„	114		—3463,90	+ 181,15	1737,4 ±0,25	—	7
„	115		—4520,10	+1804,40	1307,7 ±0,22	—	4

bedeckten Zeichenfläche würde pro qkm für den Maßstab 1 : 10000 rund 2—4 Tage entfallen. Angesichts dieses großen Zeitaufwandes ist wohl die Frage berechtigt, entspricht der Wert der Schichtlinien in den Felsen dem zu ihrer Zeichnung benötigten Aufwand an Zeit und Mitteln? Der praktische Wert der Kurvenzeichnung durch die Felsen ist gegenwärtig nur ein geringer. Hervorgehoben sei jedoch, daß selbst die beste Felszeichnung nur eine sehr oberflächliche Vorstellung von dem räumlichen Aufbau des betreffenden Gebietes zu geben vermag. Beigesetzte Höhenzahlen vermitteln zwar die Kenntniß der Höhe und der Durchschnittsneigung der Wand, eine maßhaltige Wiedergabe der Felpartien ist aber ausgeschlossen. Felszeichnungen ohne Kurven sind stets Bilder zweifelhaften Wertes. In dieses aus Geripplinien und Höhenschichten bestehende Grundblatt wurden die Wege eingetragen, deren scharf markierte Serpentinen gute Punkte für die Konstruktion boten. Nur ein Teil des Wegenetzes mußte mit Hilfe von Aneroidmessungen festgelegt werden.

Anhang.

Als einfachstes und billigstes Verfahren, das zugleich auch die getrennte Herstellung der Terrainzeichnung vom Schichtlinienblatte gewährleistete, wurde der Kopierdruck gewählt. Im wesentlichen besteht das Verfahren aus der direkten Übertragung eines mit gewöhnlicher schwarzer Tusche auf Pauspapier gezeichneten Originals auf eine lichtempfindlich präparierte Zinkplatte. Der Druck kann von der Platte selbst oder durch Umdruck vom Stein erfolgen. So einfach das Verfahren ist, so haften ihm eben verschiedene Mängel an, die vor allem in der Herstellung des Originals auf Pauspapier zu suchen sind. Kann das Papier auch durch geeignete Mittel zur besseren Annahme der flüssigen Tusche präpariert werden, so besteht doch eine Beschränkung in der Strichstärke, sollten andernfalls die zarten Linien beim Übertrag auf die Zinkplatte nicht ausbleiben. Damit ist aber zugleich eine Grenze in den Kontrasten zwischen hell und dunkel gegeben.

Für die Herstellung reiner Schichtlinienkarten, wie sie in weitester Annäherung die Aufnahmen von Gletscherzungen darstellen, dürfte das Verfahren seiner Billigkeit und Einfachheit halber wohl zu empfehlen sein. Anders verhält es sich bei

ausgedehnten Felszeichnungen. Ein vorheriges Entwerfen der Zeichnung in Blei auf Pauspapier war zu umständlich, so mußte die Felszeichnung direkt mit der Feder erfolgen, ein Verfahren, das schon an geübte Kartographen keine geringen Anforderungen stellt. Es zeigte sich bei einigen Versuchen, daß nur eine Strichlage senkrecht zu den Schichtlinien ein Verschwimmen beider Teile ineinander zu verhindern vermochte, also eine Art Lehmannscher Schraffierung, aber ohne an dem strengen Prinzip „je steiler, desto dunkler" festzuhalten. Die Steilheit in den Felsen ist bis zu einem gewissen Grade durch das sich immer dunkler zeigende System der Schichtlinien, ohne dies nach dem Grundsatze „je steiler, desto dunkler" ausgedrückt, ganz abgesehen von den Angaben, welche die Kurvendarstellung allein über die Böschungsverhältnisse gibt. Dagegen sah ich mich zur Anwendung einer allerdings nicht streng durchgeführten einseitigen Beleuchtung gezwungen. Um dem Für und Wider der Meinungen wenigstens einigermaßen gerecht zu werden, wählte ich einen Lichteinfall aus Südwest. Diese Lichtrichtung entspricht zum mindesten den tatsächlichen Verhältnissen, welche uns die sonnigen Wiesen und Almflächen der Südseite in vollem Lichte zeigen, während die felsigen Partien der Nordseite auch im Hochsommer nur für kurze Zeit beleuchtet sind.

Die Karte wird für touristische Zwecke nicht in Betracht kommen, dafür ist der Maßstab zu groß, das dargestellte Gebiet zu gering. Dagegen wird es das Ziel dieser Arbeit sein, ferneren kartographischen Darstellungen des Kaisergebirges als Unterlage zu dienen. Bei zukünftigen Darstellungen ist es für den jeweiligen Bearbeiter wünschenswert, die Zuverlässigkeit der einzelnen Abschnitte eines Blattes auf positive Angaben des Verfertigers des Ausgangsmateriales stützen zu können. Zu diesem Zwecke wurde eine kleine Nebenkarte angefügt, welche über die Bearbeitung der einzelnen Teile des Gebietes Aufschluß gibt. Über die Genauigkeit der verschiedenen Methoden geben die entsprechenden Teile des 1. Abschnittes Auskunft. Um auf der Karte selbst die Grundlagen ihrer Herstellung ersichtlich zu machen, sind die konstruierten Punkte durch kleine Kreuze gekennzeichnet, ausgenommen sind hiervon die Punkte der Meßbandzüge auf dem Plateau. Eine Hinzufügung der letzten Stelle der Höhenzahlen hätte eine zu große Überladung hervorgerufen.

die Schichtlinien geben überdies jeden gewünschten Aufschluß über die Höhenlage eines Terrainausschnittes. Es wurde aus diesem Grunde auch der Aufdruck einer größeren Zahl von Höhenangaben vermieden und nur die trigonometrischen Punkte beziffert.

Dem geologischen Aufbau des Gebirges suchte ich bei der Felszeichnung nach Möglichkeit gerecht zu werden. Die Angaben über das Vorkommen von Karren können natürlich nur allgemeiner Art sein. Flächen, deren äußeres Gepräge durch das Vorkommen dieser Oberflächenbildungen besonders auffallend sind, wurden in der Karte durch Signaturen kenntlich gemacht. Ein Anspruch auf Vollständigkeit in dieser Beziehung kann nicht gestellt werden. Bei der Darstellung der Bodenbedeckungen wurde unterschieden zwischen zusammenhängenden Rasenflächen und den steindurchsetzten grünen Gehängen der höheren Regionen. Ein Unterschied zwischen Hochwald und den undurchdringlichen Legföhrenbedeckungen der Hänge dicht unter dem felsigen Aufbaue des Gebirges wurde für nötig erachtet. Bei der Wasserarmut der Kalkgebirge ist es wünschenswert, alle vorhandenen Quellen einzuzeichnen, einige derselben werden im Spätsommer versiegen. Die eingezeichneten Wege sind durch die Tätigkeit der Sektionen des Alpenvereines sämtlich markiert, doch ist besonders der Verbindungsweg Hochalm—Jöchlalm schon im Verfall begriffen. Der neue Weg durch das Winkelkar auf die Pyramidenspitze ist nach dem Stande der Arbeiten im Oktober 1911 eingetragen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
I. Geodätischer Teil	3
a) Signalisierung	6
b) Instrumente	7
c) Winkelmessungen	9
d) Prüfung des Maßstabes	12
e) Höhenmessungen	15
f) Photographische Arbeiten	16
II. Einfache Bildmessungen	17
III. Stereoskopische Bildmessungen	26
a) Feldarbeiten	28
b) Ausarbeitung	34
IV. Kartographischer Teil	50
a) Wahl des Maßstabes	53
b) Genauigkeit	55
Zusammenstellung der Koordinaten und Höhen der trig. Punkte	62
Anhang	64

Das

Felsgebiet des Kaisergebirges

nach einfachen und stereoskopischen

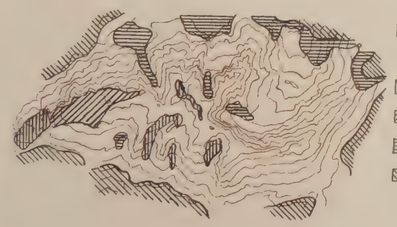
Messbildaufnahmen.

Blatt I.: Zahmer Kaiser

M. 1:10000.

Abstand der Höhenschichten 20 m

Die Höhenzahlen basieren auf dem Fusspunkt des Gipfelkreuzes der Elmauer Haltspitze mit 2344,0 m.



- nach einfachen und stereoskopischen Bildern
- tachymetrisch
- mit Messband u. Bussole
- flüchtige Aufnahmen
- Anschluss an die Kurven der oest. Originalaufnahme.

- Wege
- Quelle
- Wasser
- Almen
- Felsen
- Gerölle
- Karren
- Wald bez. Legföhren
- Gras
- Höhenschichten
- trig. u. phot. Punkte
- photogr. Standpunkte
- phot. bez. tachym. Punkte
- Ecke des Koordinaten-Netzes

Kopierdruck von Klein und Volbert in München.

Aufnahme und Zeichnung von F. Scheck.

VIII.

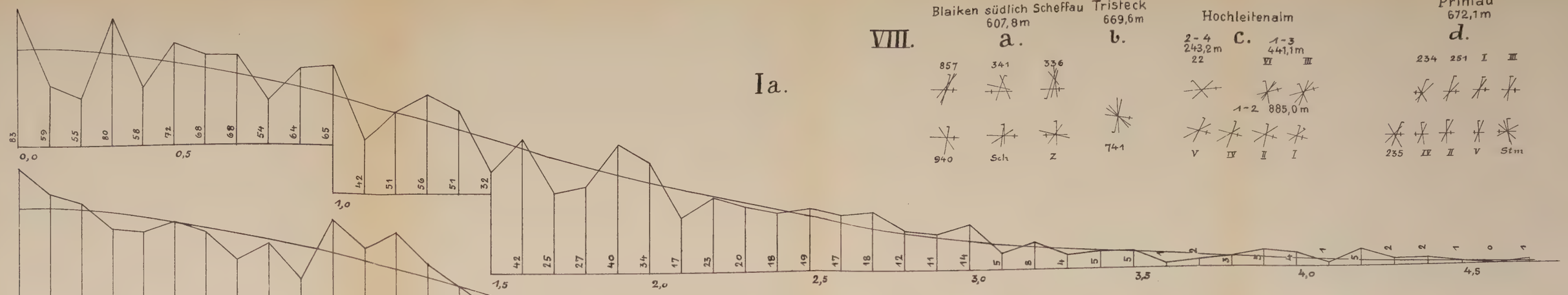
Blaiken südlich Scheffau 607,8m — a.

Feldberg-Tristeck 669,6m — b.

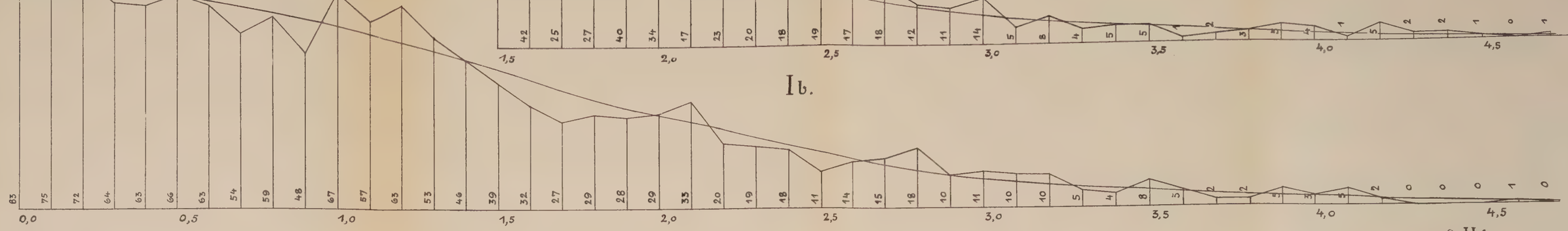
Hochleitenalm — c.

Primau 672,1m — d.

Ia.



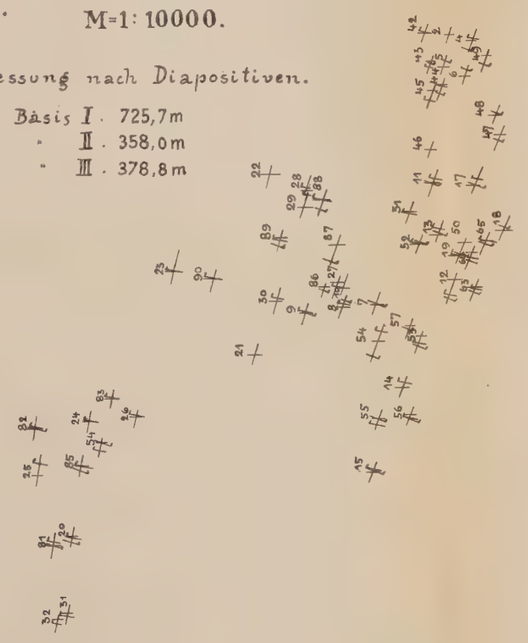
Ib.



II. Basis bei Durchholzen
M=1:10000.

Messung nach Diapositiven.

⌐ Basis I. 725,7m
⌐ " II. 358,0m
⌐ " III. 378,8m



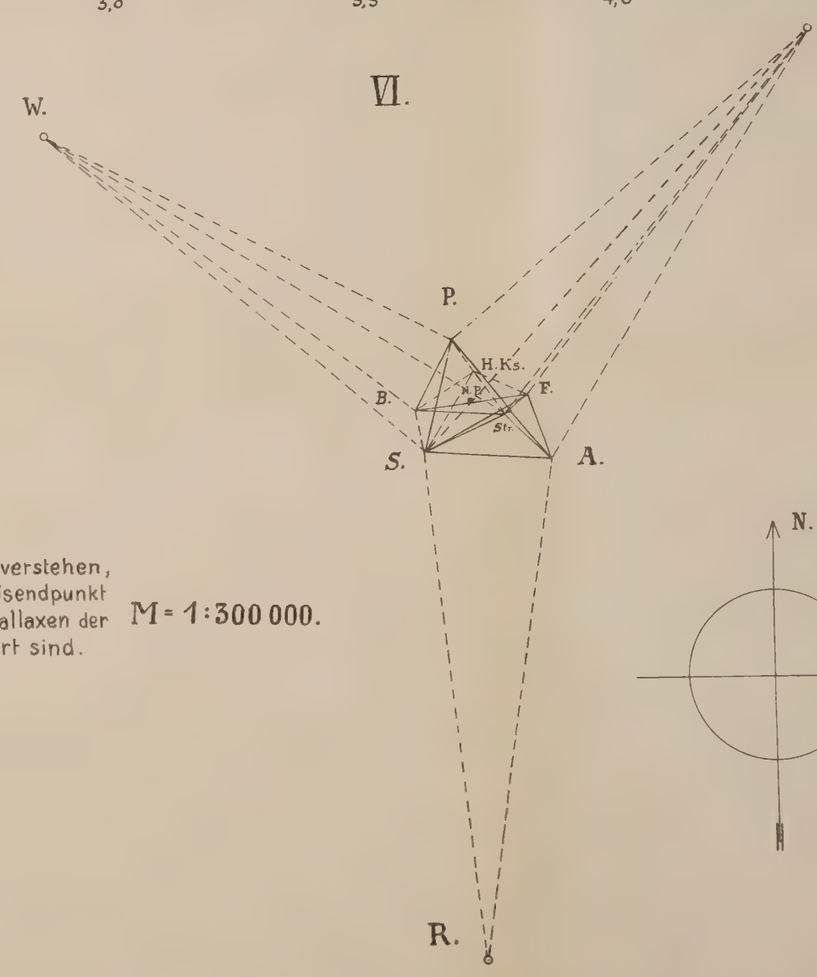
III. M=1:10000.

nach Negativen.

⌐ Basis I. 725,7m
⌐ Basis III. 378,8m

Die Fehler zeigenden Figuren sind so zu verstehen, dass auf dem Visierstrahl vom jeweiligen linken Basisendpunkt (3 bezw. 2) durch Querstriche (⌐, ⌐) die aus den Parallaxen der betreff. Basis abgeleiteten Entfernungen markiert sind.

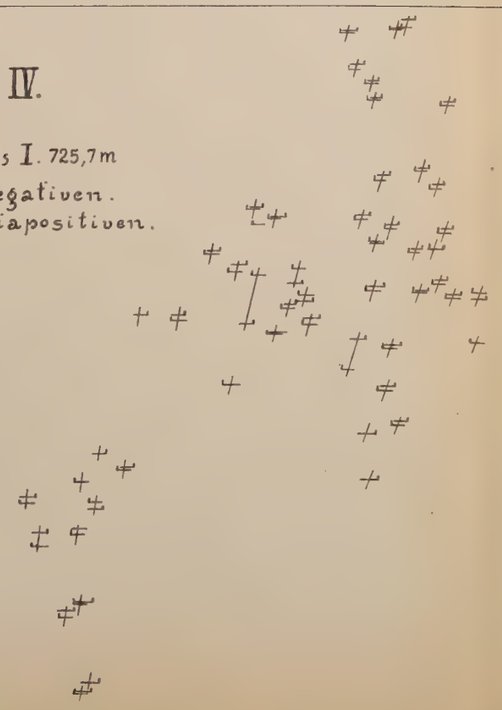
VI.



M = 1:300 000.

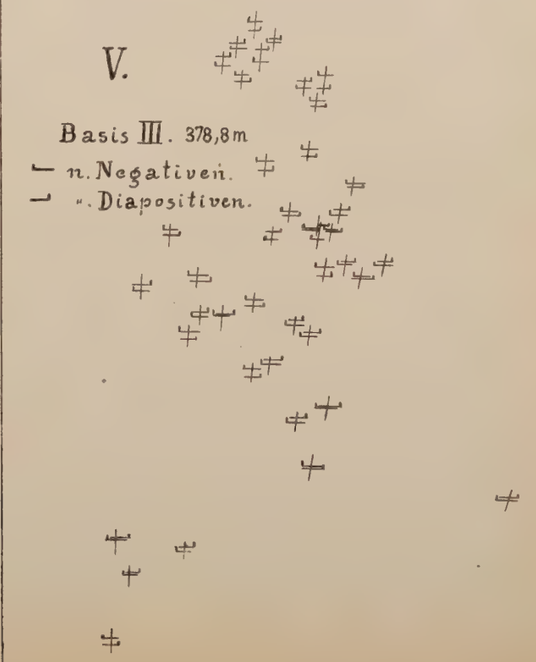
IV.

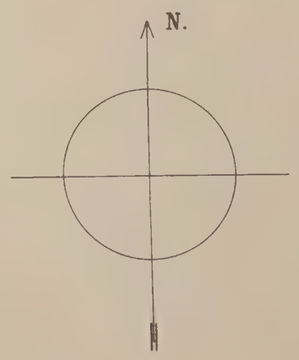
Basis I. 725,7m
⌐ n. Negativen.
⌐ " Diapositiven.



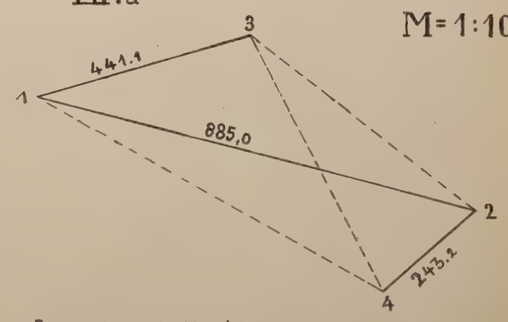
V.

Basis III. 378,8m
⌐ n. Negativen.
⌐ " Diapositiven.





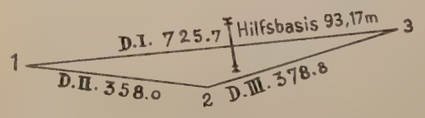
VII.a



Basisviereck Hochleitenalm

M = 1:10 000.

VII.b



Basisdreieck Durchholzen
(Spiegelbildlich!)